GRAĐEVINAR

1 ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE
GODINA XVIII SIJEČANJ 1966

»GRAĐEVINAR«
IVANIĆ-GRAD



GODIŠNJICA

DEGAZOLINAŽA IVANIĆ-GRAD

GRAĐEVNE RADOVE IZVEO »GRAĐEVINAR« IVANIĆ-GRAD

»GRAĐEVINAR«

GOD. XVIII BROJ 1

SADRŽAJ

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neohodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuje nošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu kliševa; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocjenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAČAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.
Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

Tek. rač. kod SDK 3071-608-331

Štamparija »VJESNIK« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INZENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB
BERISLAVIĆEVA 6
Telefon 38-114
Tekući račun 3071-608-331

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Izlazi svakog mjeseca

Godišnja pretplata iznosi

Za poduzeća i ustanove

Prvi pretplatni primjerak	N. Din	150
svaki daljnji primjerak	„	50
za ostale pretplatnike	„	18
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta	„	8
za inostranstvo	„	60
pojedini broj	„	2,50

»GRAĐEVINAR« ima razvijenu oglasnu službu s s ovim kategorijama oglasa

1. Oglašivanje privredne djelatnosti
2. Ponuda i potražnja materijala, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije
3. Ponuda i potražnja namještenja

PRETPLATITE SE NA GRAĐEVINAR

OGLAŠAVAJTE U GRAĐEVINARU

GRAĐEVINAR

God. XVIII Siječanj 1966 Broj 1

PRORAČUN HORIZONTALNO POMIČNIH OKVIRA

Doc. Ing. Veselin Simović, Zagreb

1. Uvod

Proračun višeetažnih okvirnih konstrukcija kod kojih nijesu spriječeni horizontalni pomaci, što je najčešći slučaj, oduzima statičaru mnogo vremena. Da bi se skratio postupak, često se pribjegava nekim približnim proračunima koji uvijek ne daju pravu sliku rasporeda unutarnjih sila u konstrukciji.

Ovdje će biti prikazan način proračuna višeetažnih okvirnih konstrukcija primjenom postupka izjednačavanja kuteva zaokreta čvorova u istoj etaži. Ovu metodu je razradio Prof. Dr Ing. Oto Werner, i ona je primjenjivana u proračunu nekih okvira kod nas još 1951. god. No, unatoč tome, ova metoda je kod nas i u svijetu poznata pod imenom Czonkova metoda, jer je Prof. Czonka 1952. god. objavio svoj rad u Parizu, dok je Prof. Werner propustio da to uradi pravovremeno.

U ovom radu će biti prikazan originalni postupak Prof. Wernera, pomoću koga se dolazi direktno do razdjelnih i prenosnih koeficijenata. Osnovne pretpostavke ovog postupka i postupka Prof. Czonka su iste, ali postoje izvjesne razlike u praktičnoj provedbi proračuna.

Kao daljnji korak u ovoj metodi Prof. Werner je 1960. god. razradio proračun višeetažnih simetričnih okvira s jednim rasponom po teoriji drugog reda, što je i objavio u časopisu »Građevinar« br. 8, 1965. godine.

Prikaz metode Prof. Czonka dat je u članku Ing. Miljenka Simića, objavljenom u časopisu »Građevinar« br. 7 i 8, 1952. god., pa se čitaoci, koji se žele detaljnije upoznati s tim postupkom proračuna, upućuju na taj članak.

Postupak koji će ovdje biti obrađen je, po našem mišljenju, zbog svoje jednostavnosti prikladniji od svih do sada poznatih načina proračuna ovakvih konstrukcija.

U ovom radu će, pored ostalog, biti pokazano kako se do koeficijenata za proračun po ovoj metodi može doći i indirektno iz jednadžbi metode deformacija. Smatramo da će to za čitaoca biti zanimljivo, tim prije što na ovaj put do te metode nisu ukazali ni Prof. Czonka a ni Prof. Werner.

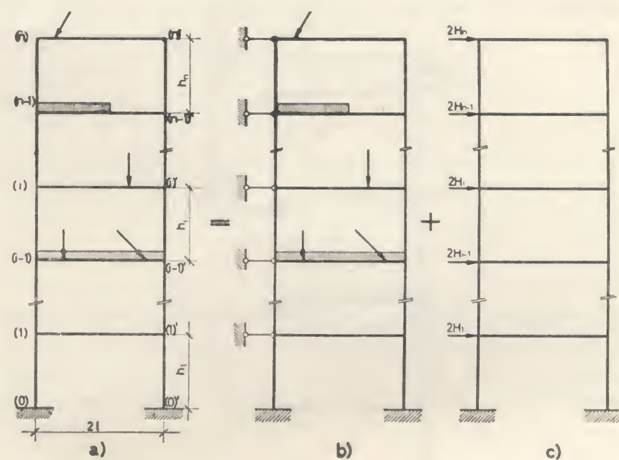
Sve pretpostavke metode deformacija vrijede za proračun po ovoj metodi.

2. Višeetažni okvir s jednim rasponom

2.1. Simetrični okvir

2.1.1 Direktno rješenje

Najprije ćemo promatrati simetrični višeetažni okvir s jednim rasponom, opterećen bilo kakvim teretima (sl. 1a). Kod tog okvira nijesu spriječeni horizontalni pomaci čvorova.

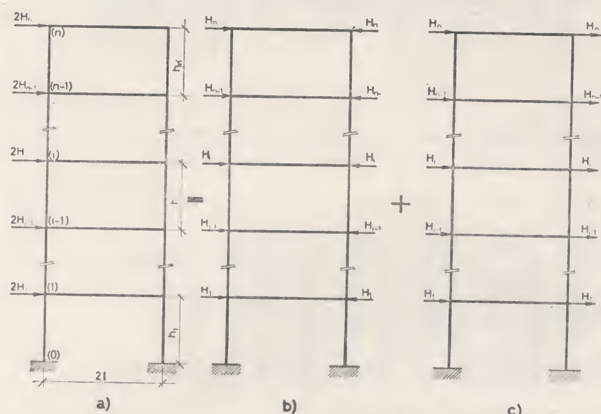


Sl. 1

Koristeći se metodom superpozicije, možemo ovaj okvir sa zadanim opterećenjem rastaviti kako je to pokazano na sl. 1b i 1c, i za svako od ovih stanja provesti proračun nezavisno. Na kraju, superpozicijom dobijemo veličine za zadani okvir. Za stanje na sl. 1b, kod okvira su spriječeni translatorni pomaci čvorova, i takav okvir možemo rješiti jednostavnim Crossovim postupkom za sisteme koji, pretvoreni u kinematski lanac, nemaju ni jedan stepen slobode. Za ovo stanje izračunamo reakcije veza, te iz uvjeta da sile u dodanim vezama ne postoje, opteretimo zadani okvir silama iste veličine kao što su te reakcije, ali sa suprotnim predznakom. Na taj način dobijemo okvir opterećen prema sl. 1c. Sile u čvorovima su označene sa $2H_i$ radi kasnijeg rastavljanja.

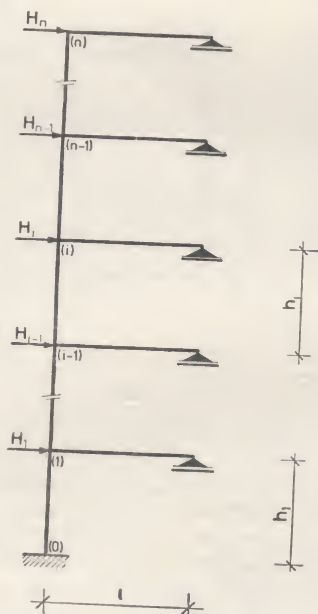
Okvir s opterećenjem prikazanim na sl. 1c možemo dalje rastaviti na simetrično i antimetrično stanje opterećenja, kao što je prikazano na sl. 2.

U smislu naše prenpostavke — da štapovi ne mijenjaju dužinu, stanje simetričnog opterećenja (sl. 2b) ne daje momente u sistemu, koji u tom slučaju nastaju samo od djelovanja antimetričnog



Sl. 2

opterećenja (sl. 2c). Kako su u ovom slučaju (antimetrije) kutevi zaokreta simetričnih čvorova međusobno jednaki, to će biti u sredini prečke tačka infleksije, i sistem sa sl. 2c se pretvara u sistem prikazan na sl. 3.

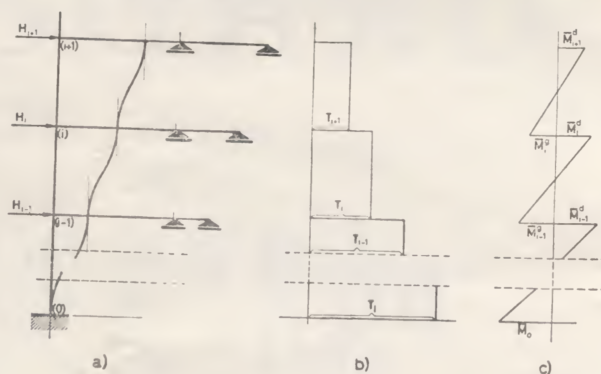


Sl. 3

Proračun ovog poluokvira (sl. 3) obavljamo analogno Crossovom postupku. Koraci koje ćemo ovdje činiti, isti su kao kod Crossove metode. Koeficijenti — prenosni i razdjelni, u ovom će se slučaju razlikovati od onih kod Crossovog postupka.

Prvi korak je izračunavanje čvornih momenata u štapovima za slučaj da je spriječeno zaokretanje čvorova, dok horizontalni pomaci nijesu spriječeni (sl. 4). Ovo su početni momenti ili momenti potpune upetosti, kako ih nazivamo kod metode deformacija i Crossove metode.

Za ovo stanje možemo dobiti čvorne momente u štapovima iz poznatih poprečnih sila, kao i iz



Sl. 4

uvjeta da su nultačke momenata u sredinama visina svake etaže.

Dobijemo:

$$\overline{M_i^g} = \frac{h_{i+1}}{2} \sum_{j=i+1}^{n} Hj; \quad \overline{M_i^d} = \frac{h_i}{2} \sum_{i=1}^{n} Hj$$

U gornjim izrazima su:

$\overline{M_i^g}$ — momenat potpune upetosti štapa (i, i+1) u čvoru (i) (gornji momenat).

$\overline{M_i^d}$ — momenat potpune upetosti štapa (i, i—1) u čvoru (i) (donji momenat).

Sumiranjem ovim momenata dobijemo momenat čvora:

$$\overline{M_i} = \overline{M_i^g} + \overline{M_i^d}$$

Ovdje spominjemo i pojam »momenat etaže«. To je suma momenata potpune upetosti istog štapa.

$$M_{ie} = \overline{M_i^d} + \overline{M_{i-1}^g} = T_i \cdot h_i$$

gdje je T_i — poprečna sila u štapu (i, i—1).

Momenat etaže je karakterističan iz razloga što je konstantna veličina za svaku etažu, jer je konačna poprečna sila u vertikalnim štapovima odmah poznata, i glasi:

$$T_i = \sum_{j=i}^{n} H_j$$

Slijedeći korak je relaksacija čvorova, pri čemu neće biti spriječeni njihovi horizontalni pomaci. Ovdje je potrebno da pronađemo razdjelne i prenosne koeficijente.



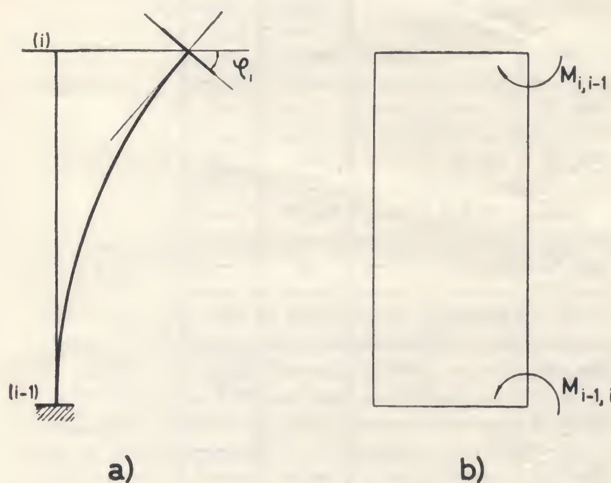
Sl. 5

Momenat u prečki (sl. 5) uslijed zaokreta čvora (i) dobije se na poznati način. Izraz za taj momenat glasi:

$$M_{ip} = 3\,k_{ip} \cdot \varphi_i \qquad k_{ip} = \frac{E\,J_{ip}}{l}$$

Potrebno je još da nađemo momente u stubovima priključenim u čvoru (i), koji nastaju uslijed zaokreta čvora.

Kako je već navedeno, horizontalni pomak čvora (i) nije spriječen u ovoj fazi proračuna pa će deformacije i momenti u stubovima biti isti kao kod konzole (sl. 6).



Sl. 6

Za momente dobijemo izraze:

$$M_{i,i-1} = k_i\,\varphi_i; \qquad M_{i-1,i} = -\,k_i\,\varphi_i;$$

$$M_{i,i+1} = k_{i+1}\,\varphi_i; \qquad M_{i+1,i} = -\,k_{i+1}\,\varphi_i$$

$$k_i = \frac{E\,J_i}{h_i} \text{ —konstanta štapa } (i,i-1)$$

$$k_{i+1} = \frac{EJ_{i+1}}{h_{i+1}} \text{ —konstanta štapa } (i,i+1)$$

Kod numeričkog proračuna ne radimo s pravim vrijednostima konstanata, već s reduciranim, što će biti prikazano u primjerima.

Iz navedenih izraza vidimo da je prenosni koeficijenat jednak —1.

Iz izraza koje smo dobili za momente svih štapova priključenih u čvoru (i) možemo odrediti razdjelne koeficijente za taj čvor. Ti koeficijenti će biti:

Za prečku

$$\mu_{ip} = \frac{3\,k_{ip}}{3\,k_{ip} + k_i + k_{i+1}}$$

Za gornji stub

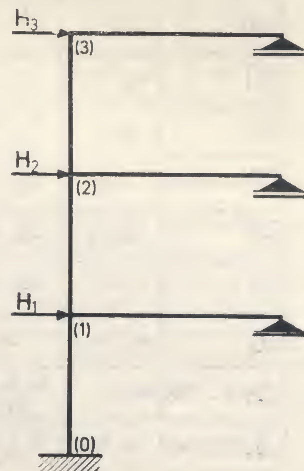
$$\mu_{i,i-1} = \frac{k_i}{3\,k_{ip} + k_i + k_{i+1}}$$

Za donji stub

$$\mu_{i,i+1} = \frac{k_{i+1}}{3\,k_{ip} + k_i + k_{i+1}}$$

Dalje, proračun provodimo pomoću razdjelnih i prenosnih koeficijenata sukcesivnim aproksimacijama, kao što radimo u normalnom Crossovom postupku.

Svi do sada navedeni izrazi vrijede za sistem s konstantnim presjecima štapova između čvorova, što ne znači da se ova metoda može samo u takvim slučajevima primijetiti. Lako je uvidjeti da sve što je rečeno vrijedi i za slučaj okvira sa štapovima promjenljivih momenata tromosti, samo u tom slu-



Sl. 7

čaju treba konstante štapova i krutosti računati na način koji je poznat iz metode deformacija. Zbog jednostavnosti izlaganja i dalje će u ovom članku biti promatrani okviri s konstantnim presjecima štapova.

2.1.2. Rješenje pomoću metode deformacija

Kao što je u uvodu naglašeno, do istih razdjelnih i prenosnih koeficijenata dolazimo i metodom deformacija. Da bismo to pokazali promatrat ćemo troetažni poluokvir prikazan na sl. 7. Lako se uočava, da ono što bude izvedeno za ovaj poluokvir vrijedi općenito i za višeetažni.

U smislu metode deformaciji kod ovog poluokvira imamo šest nepoznatih veličina, i to: tri kuta zaokreta čvorova i tri translatorna relativna pomaka između čvorova.

Sistem od šest jednadžbi sa šest nepoznatih svodimo na sistem od tri jednadžbe s tri nepoznate veličine eliminiranjem nepoznatih pomaka s time, da kao nepoznate ostanu samo kutevi zaokreta čvorova. Postupak eliminacije je prikazan u tabeli 1.

Kod eliminacije pomaka uvrstili smo da je:

$$\Psi_i = \frac{1}{h_i}\,.$$

Korišćenje sistema od tri jednaožbe s tri nepoznate, kakvog imamo u tabeli 1, bilo bi prilično nespretno s obzirom na glomaznost pojedinih čla-

	φ_3	φ_2	φ_1	u_1	u_2	u_3	N	
(1)	$4k_{32}+3k_{3p}$	$2k_{32}$	—	$-6k_{32}\Psi_3$	—	—	—	—
(2)	$2k_{32}$	$4k_{32}+4k_{21}+$ $+3k_{2p}$	$2k_{21}$	$-6k_{32}\Psi_3$	$-6k_{21}\Psi_2$	—	—	—
(3)	—	$2k_{21}$	$4k_{21}+4k_{10}+$ $+3k_{1p}$	—	$-6k_{21}\Psi_2$	$-6k_{10}\Psi_1$	—	$\times 2\Psi_1$
(4)	$-6k_{32}\Psi_3$	$-6k_{32}\Psi_3$	—	$12k_{32}\Psi_3^2$		—	H_3	—
(5)	—	$-6k_{21}\Psi_2$	$-6k_{21}\Psi_2$	—	$12k_{21}\Psi_2^2$	—	H_3+H_2	—
(6)	—	—	$-6k_{10}\Psi_1$	—	—	$12k_{10}\Psi_1^2$	$H_3+H_2+H_1$	—
[1]	$4k_{32}+3k_{3p}$	$2k_{32}$	—	$-6k_{32}\Psi_3$	—	—	—	—
[2]	$2k_{32}$	$4k_{32}+4k_{21}+$ $+3k_{2p}$	$2k_{21}$	$-6k_{32}\Psi_3$	$-6k_{21}\Psi_2$	—	—	$\times 2\Psi_2$ $\times(-2\Psi_1)$
[3]=(3)$\cdot 2\Psi_1$+(6)	—	$4k_{21}\Psi_1$	$8k_{21}\Psi_1+2k_{10}\Psi_1+$ $+6k_{1p}\Psi_1$	—	$-12k_{21}\Psi_2\Psi_1$	—	$H_3+H_2+H_1$	—
[4]	$-6k_{32}\Psi_3$	$-6k_{32}\Psi_3$	—	$12k_{32}\Psi_3^2$	—	—	H_3	—
[5]	—	$-6k_{21}\Psi_2$	$-6k_{21}\Psi_2$	—	$12k_{21}\Psi_2^2$	—	H_3+H_2	—
△1	$4k_{32}+3k_{3p}$	$2k_{32}$	—	$-6k_{32}\Psi_3$	—	—	—	$\times 2\Psi_3$ $\times(-2\Psi_2)$ $\times 2\Psi_1$
△2=[2]$\cdot 2\Psi_2$+[5]	$4k_{32}\Psi_2$	$8k_{32}\Psi_2+2k_{21}\Psi_2+$ $+6k_{2p}\Psi_2$	$-2k_{21}\Psi_2$	$-12k_{32}\Psi_3\Psi_2$	—	—	H_3+H_2	—
△3=[2]$\cdot(-2\Psi_1)$+[3]	$-4k_{32}\Psi_1$	$-8k_{32}\Psi_1-4k_{21}\Psi_1-$ $-6k_{2p}\Psi_1$	$4k_{21}\Psi_1+2k_{10}\Psi_1+$ $+6k_{1p}\Psi_1$	$12k_{32}\Psi_3\Psi_1$	—	—	$H_3+H_2+H_1$	—
△4	$-6k_{32}\Psi_3$	$-6k_{32}\Psi_3$	—	$12k_{32}\Psi_3^2$	—	—	H_3	—
①=$\frac{1}{2}$[△1$\cdot 2\Psi_3$+△4]	$3k_{3p}+k_{32}$	$-k_{32}$	—	—	—	—	$\frac{H_3\, h_3}{2}$	—
②=$\frac{1}{2}$[△1$\cdot(-2\Psi_2)$+△2]	$-2k_{32}-3k_{3p}$	$2k_{32}+k_{21}+3k_{2p}$	$-k_{21}$	—	—	—	$\frac{H_3+H_2}{2}\cdot h_2$	—
③=$\frac{1}{2}$[△1$\cdot 2\Psi_1$+△3]	$2k_{32}+3k_{3p}$	$-2k_{32}-2k_{21}-3k_{2p}$	$2k_{21}+k_{10}+3k_{1p}$	—	—	—	$\frac{H_3+H_2+H_1}{2}\cdot h_1$	—

Tab. 1

nova. No, mi ovaj sistem jednadžbi možemo dalje transformirati ostavljajući jednadžbu 1 kao što jeste i smatrajući je prvom jednadžbom novog sistema. Dalje, zbrojimo jednadžbu 1 s jednadžbom 2, i, na kraju, jednažbe 2 s jednadžbom 3, te tako dobijemo drugu i treću jednadžbu u novom sistemu (tabela 2). (Jednadžbe u kružićima).

Na ovaj smo način dobili tri jednadžbe s tri nepoznate, koje su simetrične s obzirom na glavnu dijagonalu, i za koje se lako uviđa da pripadaju sistemu tročlanih jednadžbi.

Iz ovoga se može općenito zaključiti da za polu-okvir od n-etaža možemo napisati sistem od n-tročlanih jednadžbi, koji je simetričan s obzirom na

	φ_3	φ_2	φ_1	N
I.	$3k_{3p}+k_{32}$	$-k_{32}$		$\bar{M}_3$
II.	$-k_{32}$	$3k_{2p}+k_{32}+k_{21}$	$-k_{21}$	$\bar{M}_2^g+\bar{M}_2^d=\bar{M}_2$
III.		$-k_{21}$	$3k_{1p}+k_{21}+k_{10}$	$\bar{M}_1^g+\bar{M}_1^d=\bar{M}_1$

Tab. 2

glavnu dijagonalu. U općem obliku je takav sistem dat u tabeli 3.

Apsolutni članovi u jednadžbama su momenti čvorova-suma momenata potpune upetosti štapova priključenih u čvoru.

Postavljanje ovog sistema jednadžbi ne zadaje nikakve teškoće kod poznatih dimenzija polu-okvira. Momente potpune upetosti dobijemo na način pokazan u tački 2.1.1. Kako svaka od jednadžbi prikazanog tročlanog sistema predstavlja sumu momenata u odgovarajućem čvoru, to odavde možemo dobiti izraze za momente koje smo u tački 2.1.1. dobili direktno.

Ovakav sistem tročlanih jednadžbi mogli smo direktno postaviti i na osnovu riješenja koje je pokazano u tački 2.1.1., gdje smo dobili izraze za čvorne momente u štapovima.

Iz analogije s Crossovim postupkom možemo zaključiti da članovi na glavnoj dijagonali matrice predstavljaju sumu krutosti svih štapova priključenih u odgovarajućem čvoru odakle možemo dobiti razdjelne koeficijente, dok iz članova van glavne dijagonale dobijamo prenosne koeficijente. Izrazi

φ_n	φ_{n-1}	φ_{n-2}	…	φ_3	φ_2	φ_1	N
$3k_{np}+k_{n,n-1}$	$-k_{n,n-1}$	—	…	—	—	—	$\overline{M}_n$
$-k_{n,n-1}$	$3k_{n-1,p}+k_{n,n-1}+$ $+k_{n-1,n-2}$	$-k_{n-1,n-2}$	…	—	—	—	$\overline{M}_{n-1}$
—	$-k_{n-1,n-2}$	$3k_{n-2,p}+k_{n-1,n-2}+$ $+k_{n-2,n-3}$	…	—	—	—	$\overline{M}_{n-2}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮
—	—	—	…	$3k_{3p}+k_{34}+k_{23}$	$-k_{23}$	—	$\overline{M}_3$
—	—	—	…	$-k_{23}$	$3k_{2p}+k_{23}+k_{12}$	$-k_{12}$	$\overline{M}_2$
—	—	—	…	—	$-k_{12}$	$3k_{1p}+k_{12}+k_{10}$	$\overline{M}_1$

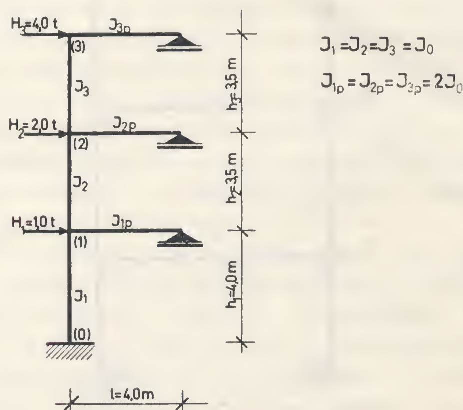
Tab. 3

za te koeficijente su isti kao oni već napisani u tački 2.1.1.

Pokazali smo da se višeetažni simetrični okvir s jednim rasponom za antimetrično opterećenje može riješiti postupkom sukcesivne aproksimacije ili postavljanjem sistema tročlanih jednadžbi. Koji će postupak voditi prije do rezultata zavisi prije svega o konvergenciji iteracionog postupka, koja je, kod okvira uobičajenih dimenzija, gdje su grede kruće od stubova, vrlo brza. Što su stubovi krući, to je konvergencija sporija. Ovdje je interesantno napomenuti da čak i u ekstremnom slučaju kad su krutosti greda jednake nuli (slučaj konzolnog stuba) postoji konvergencija, što je pokazao Ing. J. Dvornik, stručni suradnik u Zavodu za izradu investicione građevinske dokumentacije Građevinskog fakulteta.

Primjer 1

Na jednostavnom primjeru ćemo ilustrirati opisane načine proračuna. Uzet ćemo troetažni poluokvir, prema sl. 8. Sve dimenzije i reducirani koeficijenti krutosti su dati na slici. Razdjelni koeficijenti su izračunati iz ranije navedenih izraza.



Sl. 8

Čitav tok iteracionog postupka prikazan je na sl. 9a. U ovom slučaju je konvergencija vrlo brza. Za praktični proračun bi bilo dovoljno za ovakav slučaj stati s iteracijom kod drugog izjednačenja momenata, jer nam veća tačnost nije potrebna. Sa strane, u svim etažama su naznačene veličine ΔM_i koje se dobijaju sumiranjem svih momenata nastalih od relaksacije čvorova. Ove su veličine u istoj etaži jednake za gornji i donji čvor, samo su suprotne po predznaku. Na taj način se one jednom odbijaju od početnih momenata, a drugi put im se pribrajaju, tako da momenti etaža ostaju nepromijenjeni, o čemu je bilo već prije govora.

Za isti primjer sistem tročlanih jednadžbi je dat u tabeli 4.

φ_3	φ_2	φ_1	N
1·786	− 0·286	—	7·000
− 0·286	2·072	− 0·286	17·500
—	− 0·286	2·036	24·500

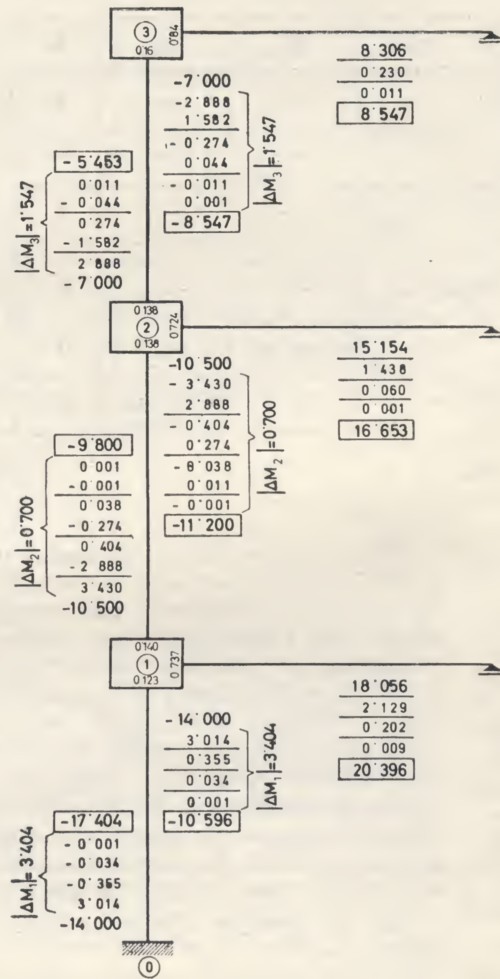
Tab. 4

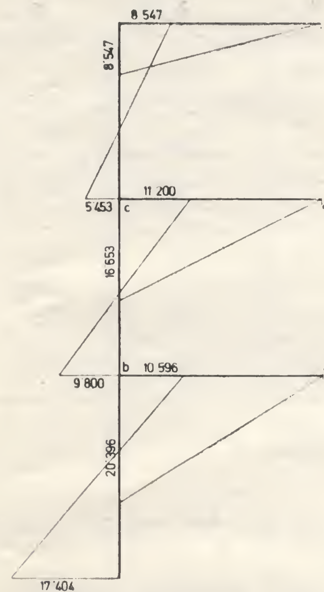
Rješenjem jednadžbi dobijemo

$$\varphi_1 = 13,594; \quad \varphi_2 = 11,109; \quad \varphi_3 = 8,547,$$

a odatle momente

$$M_{10} = k_{10}\,\varphi_1 - M_1^d = -10,601 \text{ tm}$$
$$M_{12} = k_{12}\,\varphi_1 - k_{12}\,\varphi_2 - M_1^g = -9,789 \text{ tm}$$
$$M_{1p} = 3\,k_{1p}\,\varphi_1 = 29,390 \text{ tm}$$
$$M_{21} = k_{12}\,\varphi_2 - k_{12}\,\varphi_1 - M_2^d = -11,200 \text{ tm}$$
$$M_{23} = k_{23}\,\varphi_2 - k_{23}\,\varphi_3 - M_2^g = -5,453 \text{ tm}$$
$$M_{2p} = 3\,k_{2p}\,\varphi_2 = 16,653 \text{ tm}$$
$$M_{32} = k_{23}\,\varphi_3 - k_{23}\,\varphi_2 - M_3^d = -8,547 \text{ tm}$$
$$M_{3p} = 3\,k_{3p}\,\varphi_3 = 8,547 \text{ tm.}$$





a) b)

Sl. 9

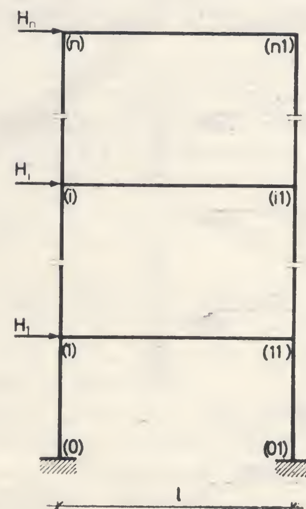
Vidimo da su vrijednosti momenata iste kao i one koje smo dobili postupkom sukcesivne aproksimacije.

Postoji još jedan način da se simetrični višeetažni okvir s jednim rasponom rješava sistemom tročlanih jednadžbi. Po tom načinu su nepoznate veličine momenti, a do jednadžbi se dolazi metodom sila, koristeći jednadžbe četiriju momenata. (Ovo je prikazano u knjizi N. K. Snitko: »Raščet ramnih sooruženij iteracionimi metodami«.)

2.2. Nesimetričan okvir s jednim rasponom

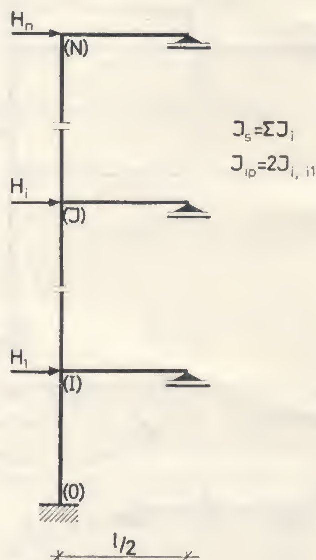
Prikazani način proračuna se može primijeniti i za proračun nesimetričnih okvira. U tu svrhu ćemo promatrati nesimetričan okvir opterećen prema sl. 10.

U prvoj fazi proračuna po ovoj metodi kod nesimetričnih okvira pretpostavljamo da su kutevi zaokreta čvorova na istoj prečki međusobno jednaki, čega je posljedica da su momenti u sredini ra-



Sl. 10

spona jednaki nuli. Ovo nam omogućuje da statički sistem svedemo na zamjenjujući poluokvir (sl. 11). Momenti tromosti štpova u zamjenjuju-



Sl. 11

ćem poluokviru dobiju se sumiranjem momenata tromosti svih dijelova od kojih je nastao poluokvir. Iz toga se dobiju koeficijenti krutosti (konstante štapova) tako da će kod stubova, čije dužine su ostale nepromijenjene, koeficijenti krutosti biti jednaki sumi koeficijenata oba stuba, dok se koeficijent krutosti prečke poluokvira izražen s koeficijentom krutosti čitave prečke dobije ovako

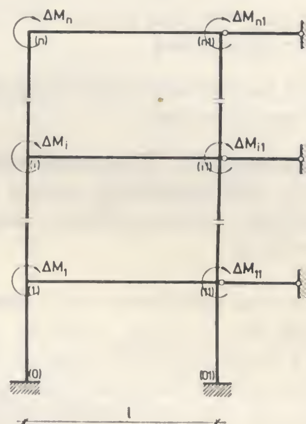
$$k_{ip} = \frac{EJ_{ip}}{\frac{l}{2}} = 2 \frac{2E_{i,i1}}{l} = 4\, k_{i,i1}$$

Pomoću ovih novih konstanata štapova izračunamo krutosti za štapove poluokvira.

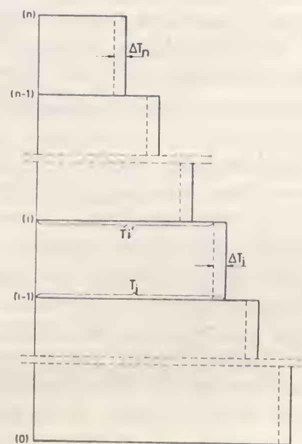
Na temelju ovih podataka poluokvir proračunamo na prikazani način.

S poluokvira prelazimo na okvir tako, da u omjerima krutosti raspodijelimo momente koje smo u poluokviru dobili. Kako pretpostavka o jednakosti kuteva zaokreta čvorova na istoj prečki nije tačna, čvorovi neće biti u ravnoteži. U svakom čvoru dobijemo neuravnoteženi dio momenata (ΔM_i). Ti neuravnoteženi dijelovi momenata u čvorovima su zapravo momenti kojima smo prisilili čvorove da imaju jednake kuteve zaokreta.

U drugoj fazi proračuna obavljamo uravnoteživanje momenata u čvorovima na sistemu kome smo spriječili mogućnost daljnjih translatorskih pomaka čvorova. Ovo uravnateživanje je najprikladnije po Crossovom postupku za nepomične sisteme (sl. 12). Zbog toga što smo pridržali čvorove, dijagram sumarnih poprečnih sila neće biti u ravnoteži s napadnim silama, što znači da nam ovako dobijeni dijagram nije konačno rješenje. Mogli bismo čitav postupak ponoviti dodajući u čvorovima neuravnoteženi dio poprečnih sila ΔT_i (sl. 13) sa suprotnim



Sl. 12



Sl. 13

predznakom. Superpozicijom dobijamo rješenje, koje još ne mora biti konačno, ako želimo veliku tačnost. Ovim putem bismo mogli ići u proračunu do tačnosti koja nam je po volji.

Ova korekcija s višekratnim ponavljanjem proračuna oduzima mnogo vremena. Dijagram momenata možemo korigirati na brži i jednostavniji način: množenjem dobijenih momenata u čvorovima koeficijentom koji možemo dobiti na dva načina:

a) iz odnosa srednjih vrijednosti sumarnih poprečnih sila (sl. 13)

$$\alpha_a = \sum \frac{T_i}{T_i'} \qquad \text{ili}$$

b) iz odnosa površina dijagrama sumarnih poprečnih sila

$$\alpha_b = \frac{F}{F'} = \frac{\Sigma\, T_i \cdot h_i}{\Sigma\, T_i' h_i}$$

gdje su:

T_i — prava vrijednost sumarne poprečne sile u jednoj etaži

T_i' — sumarna poprečna sila u etaži nakon druge faze proračuna

F — ukupna površina pravog dijagrama sumarnih poprečnih sila

F' — ukupna površina dijagrama sumarnih poprečnih sila dobijenog nakon druge faze proračuna (uravnoteženja momenata u čvorovima).

Koeficijentom α_{h} postižemo bolju korekciju, jer u njemu dolaze do izražaja različite dužine stubova. Posve je razumljivo da će poprečne sile u etažama s većom visinom imati i veći uticaj. Uz jednake visine svih etaža oba koeficijenta su međusobno jednaka.

Ukoliko nam ova korekcija ne daje zadovoljavajući rezultat, možemo sada provesti postupak s dodavanjem u čvorovima neuravnoteženih horizontalnih sila. U normalnim slučajevima taj postupak nije potrebno provoditi jer nam već korekcija s koeficijentom α daje rezultat zadovoljavajuće tačnosti.

Da ne bi nedovoljno upućeni čitalac shvatio ovu metodu proračuna kao neki približni postupak, naglašavamo da je ona egzaktna i njome dolazimo do tačnog rješenja. Do tačnog rješenja strogo matematski dolazimo kod beskonačno mnogo koraka u iteraciji, ali sa praktičnog stanovišta mnogo prije. Tačnost rješenja po ovoj metodi možemo usporediti s tačnošću prikazivanja neke funkcije Taylorovim, Mc Lorinovim ili Fourierovim redom — što uzmemo veći broj članova to je aproksimacija bliže zadanoj funkciji. U nekim slučajevima je dovoljno uzeti prvih nekoliko članova reda. Tako se i kod ove metode u nekim slučajevima može stati već kod druge iteracije.

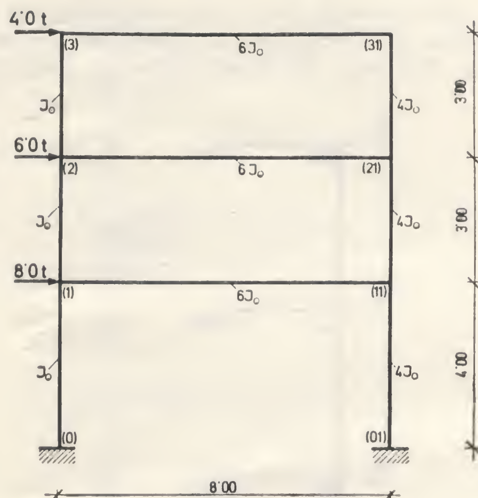
Kod ove metode smo u prednosti što nam je nakon svake faze proračuna tačno poznata pogreška (ΔT_i), tako da iz veličine te pogreške možemo zaključiti da li je ona takva da možemo stati s proračunom, tj. da li smo postigli zadovoljavajuću tačnost.

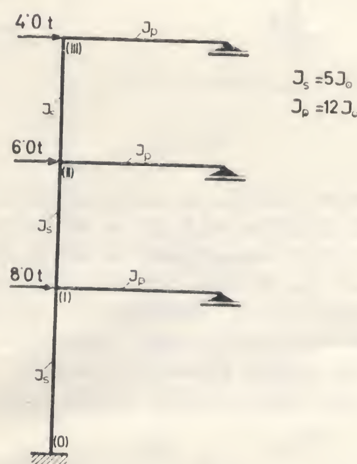
Primjer 2.

Opisani postupak za nesimetrični okvir ilustrirat ćemo jednim primjerom. Uzet ćemo okvir kakav je na slici 14a.

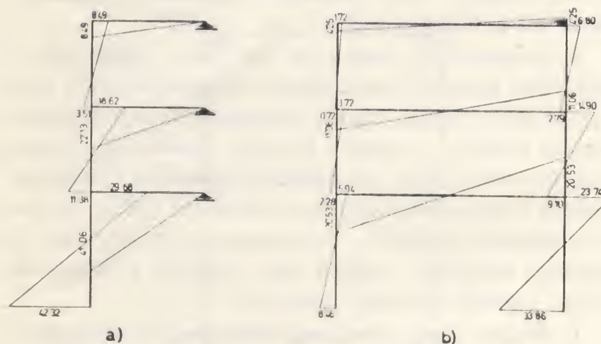
Na slici 14b je prikazan zamjenjujući poluokvir. Proračun ovog poluokvira je obavljen na način kao što je pokazano u primjeru 1, stoga je taj dio proračuna izostavljen, i na sl. 15a je dat momentni dijagram za zamjenjujući poluokvir. Ako obavimo raspodjelu tih momenata u omjerima krutosti na štapove okvira, dobijemo dijagram na sl. 15b, iz kojeg vidimo da nijesu zadovoljeni uvjeti ravnoteže za čvorove, jer je

$$\Sigma M_{ik} \neq 0.$$



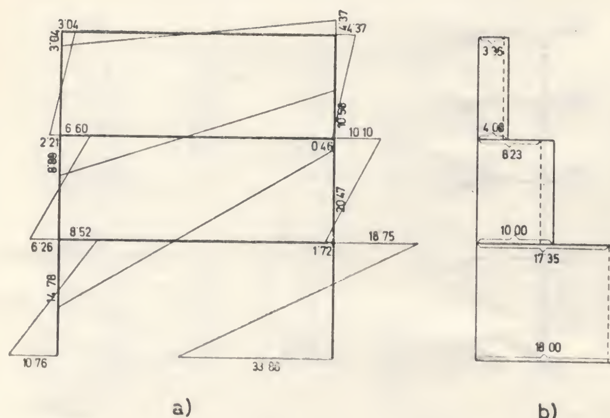


Sl. 14



Sl. 15

Nakon uravnoteženja momenata u čvorovima za pridržani sistem po Crossovom postupku dobijemo dijagram momenata prikazan na sl. 16a. Dijagrami sumarnih poprečnih sila su dati na sl. 16b, i to punom linijom ispravni dijagram a crtkano su prika-

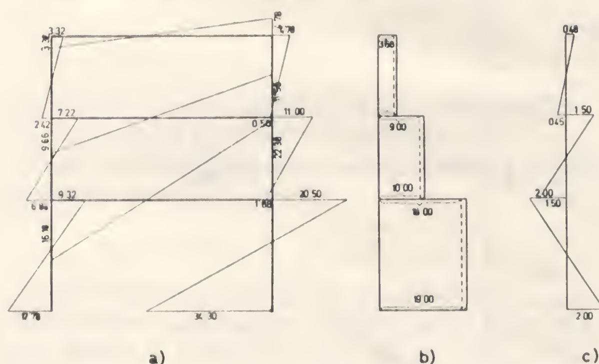


Sl. 16

zane sumarne poprečne sile koje odgovaraju dijagramu momenata iz sl. 16a. Vrijednosti dobijenih poprečnih sila se znatno razlikuju od pravih. Prvu korekciju obavljamo koeficijentom koji će biti:

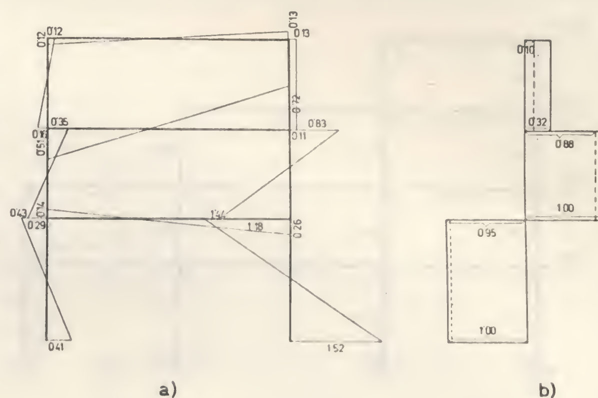
$$\alpha = \frac{|F|}{|F'|} = \frac{4{,}0 \cdot 3{,}0 + 10{,}0 \cdot 3{,}0 + 18{,}0 \cdot 4{,}0}{3{,}36 \cdot 3{,}0 + 8{,}23 \cdot 3{,}0 + 17{,}35 \cdot 4{,}0} = 1{,}093.$$

S ovim koeficijentom množimo sve momente u čvorovima te dobijemo vrijednosti prikazane na sl. 17a, dok je na sl. 17b dijagram sumarnih poprečnih sila. Kako se ovaj dijagram još uvijek razlikuje od stvarnog dijagrama tih sila, što znači da nijesmo postigli željenu tačnost, moramo ponoviti proračun za poluokvir opterećen diferencama sila u čvorovima koje su prikazane u dijagramu na sl. 17b.



Sl. 17

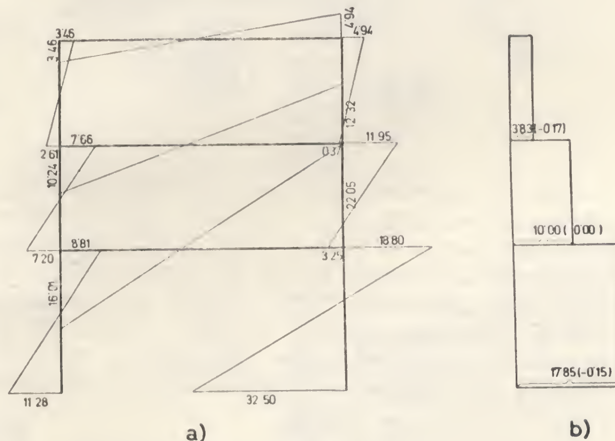
Na sl. 17c prikazan je dijagram početnih momenata za opterećenje ovim diferencama sila. Čitav postupak proračuna ponovimo s ovim novim vrijednostima sila u čvorovima. Ovo sada ide znatno brže nego prvi put, jer već imamo izračunate razdjelne koeficijente za obadvije faze proračuna (za poluokvir i za okvir po Crossu). Nakon provedenog proračuna poluokvira i uravnoteženja momenata u okviru, dobili smo dijagram momenata na sl. 18a, dok je dijagram sumarnih poprečnih sila za ovo opterećenje prikazan na sl. 18b. Veličine u ovom dijagramu se razlikuju od diferenca u sl. 17c, pa sada obavljamo korekciju novim koeficijentom, koji je u ovom slučaju $\alpha = 1{,}18$.



Sl. 18

Nakon što smo izmnožili sve vrijednosti čvornih momenata s ovim koeficijentom i superponirali ih s momentima iz sl. 17a, dobijemo diagram momenata prikazan na sl. 19a, te dijagram sumarnih poprečnih sila na sl. 19b. Kako se sada vrijednost sumarnih poprečnih sila u prvoj i trećoj etaži malo razlikuje od pravih vrijednosti, dok u drugoj etaži nema razlike, možemo se zaustaviti u proračunu jer ovolika tačnost zadovoljava.

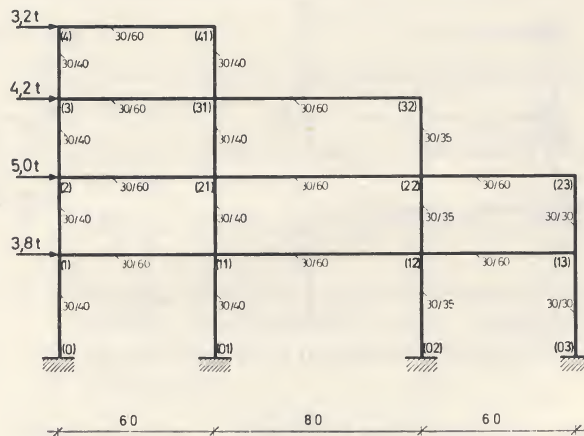
Napominjemo, da je namjerno odabran primjer kod koga je konvergencija sporija, da bi se pokazale sve faze proračuna. U normalnim slučajevima odnos dimenzija greda i stubova je mnogo povoljniji za konvergenciju. ć



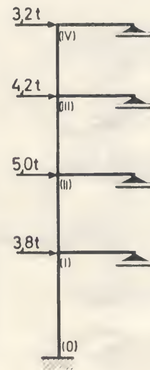
Sl. 19

3. Okvir s više etaža i više raspona

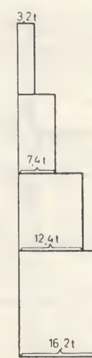
Ovu metodu možemo primijeniti i u slučaju da imamo bilo kakav okvir s horizontalnim prečkama i vertikalnim stubovima. Postupak je isti kao i onaj za okvir s jednim rasponom, stoga se nećemo upuštati u detaljnija objašnjenja, već ćemo odmah preći na numerički primjer 3 (sl. 20). Prva pretpostavka od koje i ovdje polazimo je da su kutevi zaokreta čvorova na istoj prečki međusobno jednaki. Tako dolazimo do zamjenjujućeg poluokvira, koji je prikazan na sl. 20b. Na tom poluokviru nije naznačena dužina prečke, što je i razumljivo, jer je neodređena, a nije nam ni potrebna. Nama je važan koeficijent krutosti prečke, koji dobijemo



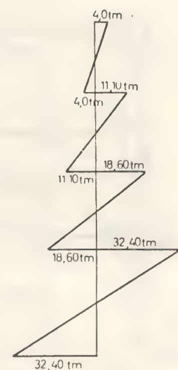
3,2t
4,2t
5,0t
3,8t
30/60
30/40
30/35
30/30
(4)
(41)
(3)
(31)
(32)
(2)
(21)
(22)
(23)
(1)
(11)
(12)
(13)
(0)
(01)
(02)
(03)
60
80
60
a)



3,2t
4,2t
5,0t
3,8t
(IV)
(III)
(II)
(I)
(0)
25
30
30
40
b)

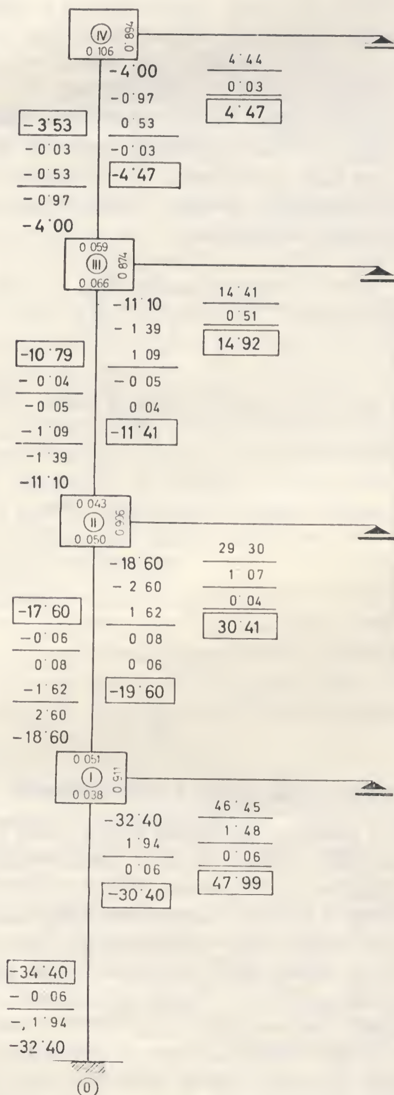


3,2t
7,4t
12,4t
16,2t
c)

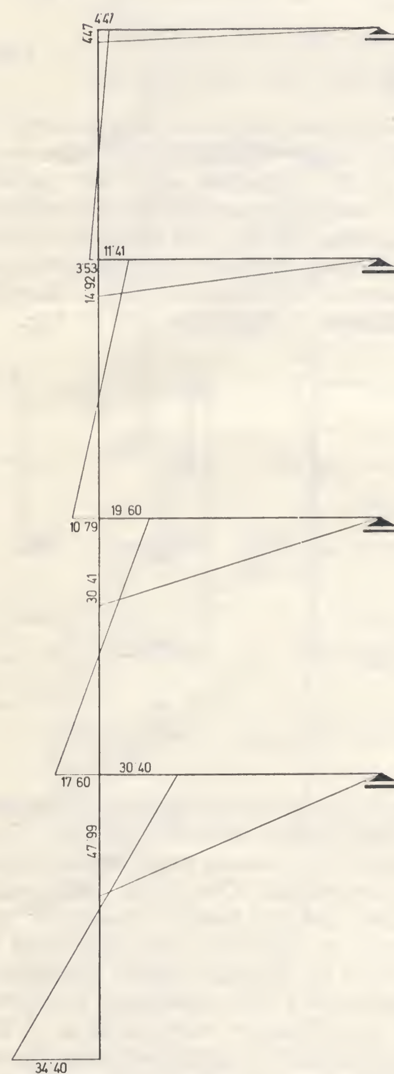


4,0tm
11,10tm
4,0tm
18,60tm
11,10tm
32,40tm
18,60tm
32,40 tm
d)

Sl. 20



IV
0 106
0 894
-4'00
-0'97
0 53
-0'03
-4'47
4'44
0'03
4'47
-3'53
-0'03
-0 53
-0'97
-4'00
0 059
III
0 066
0 874
-11'10
-1 39
1 09
-0 05
0 04
-11'41
14'41
0'51
14'92
-10'79
-0'04
-0 05
-1'09
-1'39
-11'10
0 043
II
0 050
0 906
-18'60
-2 60
1'62
0 08
0 06
-19'60
29 30
1'07
0'04
30'41
-17'60
-0'06
0'08
-1'62
2'60
-18'60
0 051
I
0 038
0 911
-32'40
1'94
0'06
-30'40
46'45
1'48
0'06
47'99
-34'40
-0'06
-1'94
-32'40
0
a)



4'47
4'47
11'41
3'53
14'92
19 60
10'79
30'41
30 40
17'60
47'99
34'40
b)

Sl. 21

Sl. 22

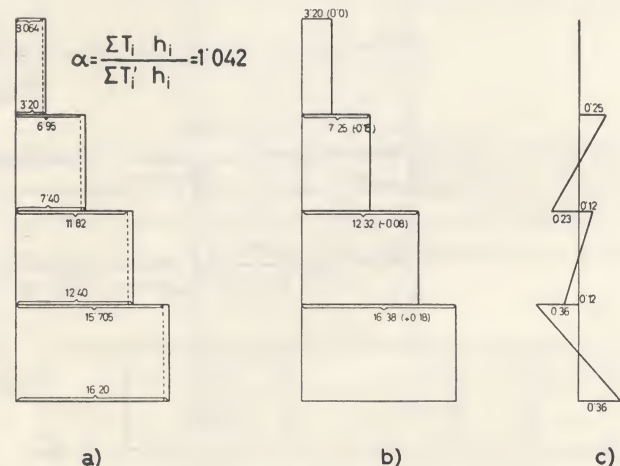
sumiranjem koeficijenata krutosti svih prečki u istoj etaži, kako je to pokazano u tački 2.2.

Tako za koeficijent krutosti (konstantu) prečke poluokvira dobijemo izraz:

$$k_{ip} = 4\,(k_{i,i1} + k_{i1,i2} + k_{i2,i3}).$$

Koeficijent krutosti stuba poluokvira dobijemo jednostavnim sumiranjem koeficijenata svih stubova okvira u dotičnoj etaži. Na sl. 20c je dijagram sumarnih poprečnih sila, dok je na sl. 20d dijagram početnih momenata.

Postupak sukcesivne aproksimacije za poluokvir prikazan je na sl. 21a, a dijagram momenata za poluokvir dat je na sl. 21b. Momenti koji su dobijeni u čvorovima poluokvira raspodijeljeni su na štapove okvira. Ti čvorni momenti u štapovima su na sl. 22 početne vrijednosti za proračun koji je obavljen po Crossu za okvir kome smo spriječili mogućnost translatornih pomaka čvorova. Poslije provedenog postupka uravnoteženja momenata u svim čvorovima iz dijagrama sumarnih poprečnih sila, nakon ove faze proračuna (sl. 23a — crtkano) i pravog dijagrama sumarnih poprečnih sila u stubovima (sl. 23a — pune linije) izračunamo koeficijenat korekcije α s kojim množimo momente dobijene u sl. 18 i sumarne poprečne sile (sl. 23a — crtkano). Tako dobijemo novi dijagram sumarnih poprečnih sila (sl. 23b). Već sada se ove vrijednosti malo razlikuju od pravih (razlike su naznačene u zagradama) tako da kod praktičnog proračuna ne bi trebalo obavljati daljnje korekcije. Međutim, bez ponavljanja proračuna možemo obaviti korekciju na jednostavan način tako, da početne

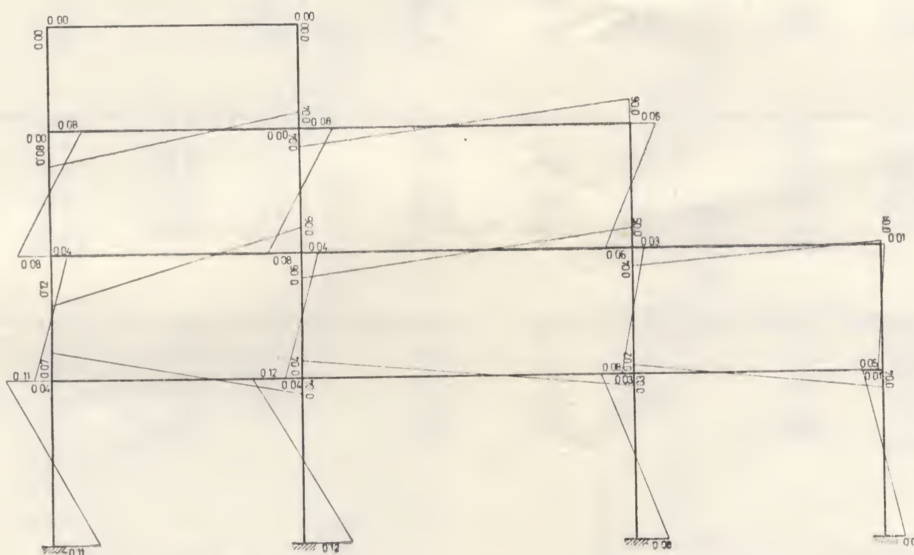


Sl. 23

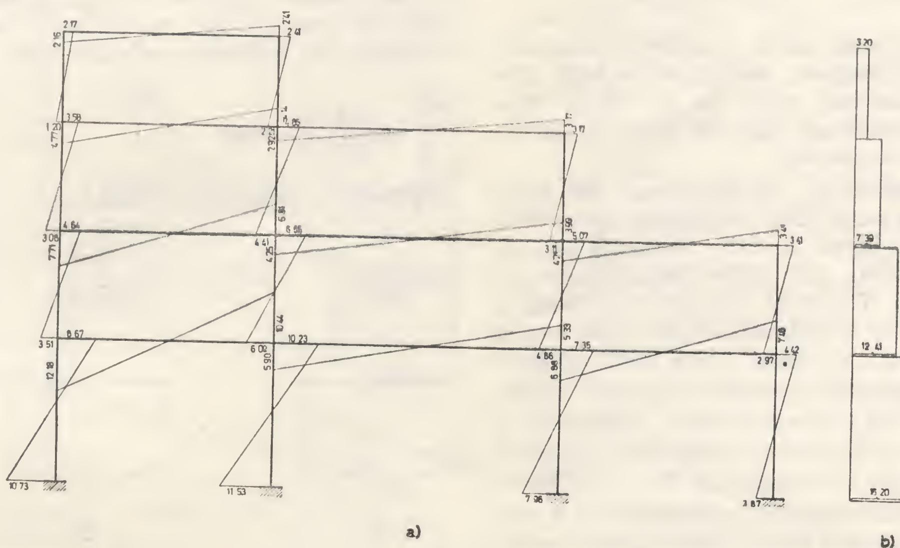
momente nastale uslijed neuravnoteženog dijela horizontalnih sila (sl. 23c) razdijelimo u omjerima krutosti na sve stubove, a onda sve čvorove uravnotežimo tako, da po prilici razdijelimo momente na prečke. Iako je ovo samo približna procjena, na ovaj način znatno smanjujemo grešku, jer su veličine, s kojima na ovaj način operiramo, male u uspoređenju s pravim vrijednostima momenata. Ovako raspodijeljeni momenti prikazani su na slici 24. Ovime možemo postupak iteracije smatrati završenim, te konačne momente dobiti superponiranjem vrijednosti koje smo dobili nakon uravnoteženja po Crossu, i njihovog množenja s koeficijentom α sa vrijednostima iz sl. 24. Konačan dijagram momenata prikazan je na sl. 25a, a dijagram sumarnih poprečnih sila na sl. 25b. Ovaj dijagram se podudara s pravim dijagramima (sl. 20c) što se moralo dogoditi nakon zadnje korekcije.

Stubovi su u datim primjerima imali potpuno upete ležajeve. Ovaj način proračuna se može, međutim, primijeniti i za ostale načine ležišnih veza, ako su u svim ležajima uvjeti pričvršćenja isti. Ovaj uvjet, međutim, ne mora biti uvijek ispunjen, jer za okvire na sl. 26 se ova metoda može primijeniti i ako nisu svi ležajevi isti. Momenti u stubovima koji imaju ležajeve horizontalno pomične zglobove su nula u najdonjoj etaži, tako da ne prave nikakve smetnje pri proračunu. To je isto kod pendl stubova slučaj (sl. 26c). U oba slučaja, krutosti tih stubova su u tim etažama jednake nuli.

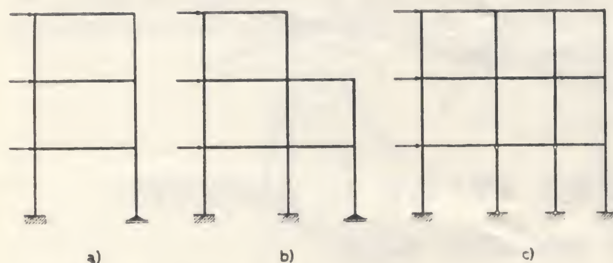
Za okvir na sl. 23a se ne može primijeniti ova metoda jer imamo kombinaciju upetih ležajeva i nepomičnih zglobova. Ovaj proračun se ne može primijeniti ni za okvire s različitim visinama stubova (sl. 27b).



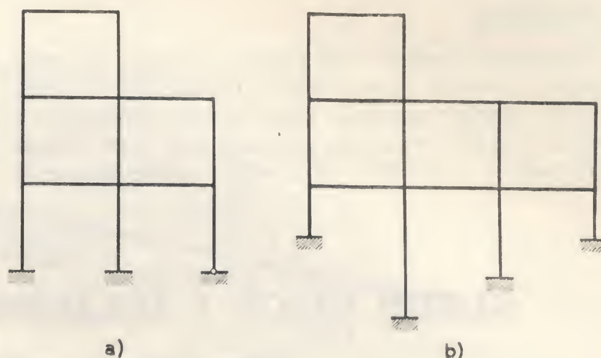
Sl. 24



Sl. 25



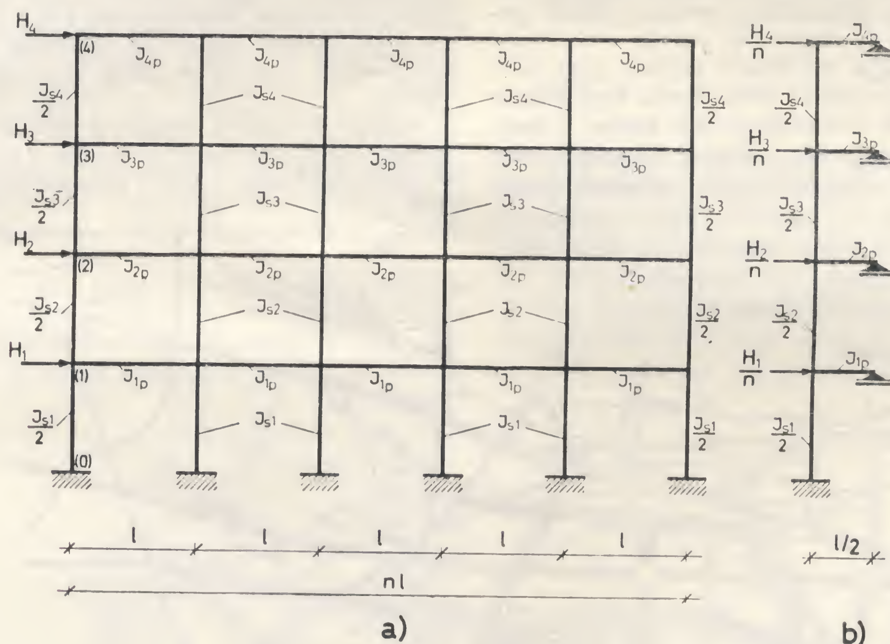
Sl. 26



Sl. 27

Kad imamo okvir kod koga su svi ležajevi nepomični zglobovi, početni čvorni momenat u najdonjoj etaži za poluokvir dobijemo množenjem poprečne sile s čitavom visinom etaže. To je ujedno i momenat etaže.

Naročito je prikladno ovu metodu proračuna primijeniti kod okvira kao što je onaj prikazan na sl. 28. Iz odnosa dimenzija i načina opterećenja



Sl. 28

vidimo, da je ovdje pretpostavka o jednakosti kuteva zaokreta svih čvorova na istoj prečki zadovoljena, tako da čitav sistem možemo svesti na proračun poluokvira, kako je prikizano u primjeru 1, i to je u ovom slučaju konačno rješenje. Konstruktor je često u mogućnosti da kod objekata visokogradnje odabere dimenzije tako, da ovi odnosi budu zadovoljeni. Da bi ovaj odnos bio zadovoljen potrebno je da debljina krajnjeg stuba u odnosu na unutarnje, uz istu širinu, bude

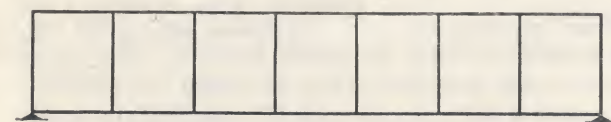
$$d_v \cong 0{,}8\, d_u$$

što slijedi iz odnosa momenata tromosti

$$\frac{bd_v^3}{12} : \frac{bd_u^3}{12} = 1 : 2$$

$$d_v = d_u \sqrt[3]{\frac{1}{2}} \cong 0{,}8\, d_u$$

Ovu metodu je još prikladno primijetiti pri proračunu Vierendel nosača, koji su izvana statički određeni (sl. 29). Proračun ovih nosača po drugim metodama je još uvijek dosta dugotrajan, dok se po ovoj metodi može proračunati sasvim jednostavno kao višeetažni okvir s jednim rasponom, o čemu je bilo govra u tački 2.2.



Sl. 29

4. Zaključak

Navedena metoda ima široku primjenu pri proračunu okvirnih konstrukcija. Velika joj je prednost što znatno skraćuje čitav statički proračun, a vodi do tačnih rezultata. Preglednost, kao i kontrola nakon svake faze, su također velike prednosti ovog načina proračuna. Za onoga ko je upoznat s Crossovim postupkom proračuna okvira, ova metoda neće predstavljati nikakav novi problem s obzirom da je način proračuna u oba slučaja isti. Razlika je jedino u veličini razdjelnih i prenosnih koeficijenata.

SUKOB ULICA I ŽELJEZNIČKE PRUGE U ZAGREBU

Kruno Tonković, profesor univerziteta, Zagreb

Položaj željezničke pruge u Zagrebu tipičan je, a sličnog možemo naći u mnogim gradovima, jer to je slika onog, što se je u gradovima dogodilo u periodu od izgradnje pruge do danas. Samo, u Zagrebu se na križanjima ulica i pruga od tada nije — osim intenziteta prometa — ništa promijenilo. Izuzev nekih, zaista pojedinačnih, prolaza u dva nivoa, ostali smo na križanjima pruge i cesta u istoj razini. Promet je, međutim, jedan i drugi, znatno porastao, a grad je u svojem razvoju dobrano prekoračio željezničku prugu i njena postrojenja, te se je do danas već razvio, u relativno ogromnom području, na drugu stranu, koja je u vrijeme polaganja pruge bila izvan intravilana.

Slaba ulaganja u modernizaciju pruge i mala briga o tome, da se prolaz i položaj željeznice kroz gradsko područje učini snošljivim i za grad, doveli su do toga, da sada u našem gradu postoji teška barijera željezničkog prostora, koja stvarno i vizuelno prepolavlja grad, zaprekom koju grad može podnositi samo uz velike žrtve. Iz konkretnih numeričkih podataka, koji se mogu pretvoriti u u realne troškove, vidimo koliko su značajni gubici, koje trpi privreda i opća ekonomija gradskog života. Oni su toliko veliki, da se imperativno nameće potreba za intervencijom u sadašnje stanje. Pri tom je još više karakteristično, da je visina sredstava s kojim se može stanje urediti, tako niska — u odnosu na sadašnje svakodnevne gubitke — da će se investicija neobično brzo isplatiti.

S gledišta nas, koji se bavimo mostovima, zanimljivo je promotriti slijedeće podatke: da li se može stanje preurediti tako da pruga, ostavljena na sadašnjem mjestu, ne smeta gradu; što zapravo znači spomenuta intervencija; kako se može izvevesti promjena; koliko je potrebno za to uložiti sredstava, i kad će se ulog realizacijom koristi vratiti.

Ovdje se nećemo obazirati na one varijante za rekonstrukciju željezničke mreže u kojima je predviđeno izbacivanje pruge i kolodvora iz centra grada. Takve su varijante bilo otklonjene s drugih razloga, a ne vidimo niti potrebe, da se orijentiramo na takve skupe i na vrlo dugi period vezane investicije. Uz to smatramo, da se u prometnom pogledu i sa stanovišta brige za izgled grada, prolaz pruge može povoljno riješiti i tako, da on ne poremeti izgradnju grada i život u njemu.



Skica 1: Položajni nacrt



Skica 2: Sadašnje stanje pruge

Sve što je potrebno učiniti, to je premjestiti željezničku prugu u drugi nivo, a prvi ostaviti na korištenje gradu. Jednako tako kao što su se ljudi naučili da žive po spratovima, moderna orijentacija uređenja prometa usmjerena je na korištenje dva ili više nivoa. Ono osnovno stanje, u kojem se u istoj ravnini nalazi ulica s vozilima i pješacima te željeznica, mora što prije nestati. Pri tom je povoljno nastojati, gdje je to god moguće, iskoristiti sve razine na što većoj površini, osobito u gradovima, gdje je raspoloživi prostor dragocijen. U tom će smislu trebati revidirati ona, po našim predšasnicima uobičajena, nagomilavanja zemljanog materijala u gradovima po kojima su se trošile stotine tisuće kubika tla, da bi se pruga podigla nad osnovni teren.

Promotrit ćemo neke poteze u Zagrebu, koji su sada aktuelni i koji ilustrativno pokazuju, kako se može — s vrlo ekonomičnim ulaganjima — urediti ono što je danas smetnja u gradu.

2. Srednji sektor pruge — na potezu između Glavnog kolodvora i Zapadnog kolodvora, koji je dug otprilike 2000 metara.
3. Zapadni sektor — na kojem će biti probijena magistralna gradska arterija u smjeru sjever-jug, s prelazom pruge u drugom nivou (Črnomerec).

I. Istočna dionica:

Glavni kolodvor — Maksimir duž Branimirove ulice

U istočnom dijelu grada, kroz koji prolazi glavna željeznička pruga Zagreb—Beograd, cestovni je promet znatno otešćan, jer se on odvija uglavnom preko dva prelaza pruge u istom nivou. Veliko industrijsko područje i naselja na južnoj strani pruge, te spoj autoputa Beograd—Zagreb sa sjevernim dijelom grada, uzrok je stvaranju svakodnevnih gužvi na ograničenoj mogućnosti prelaza



Skica 3: Proboj Branimirove ulice i vijadukt za željeznicu

Naročito su zanimljiva, u tom pogledu, tri gradska sektora, i to:

1. Istočni kraz željezničke pruge — na potezu od Glavnog kolodvora (Držićeva) do Maksimira, koji je dug otprilike 2300 metara.

na brkljama u Heinzelovoj ulici i na Sveticama, gdje kolone vozila i pješaci stoje s obje strane pruge, čekajući otvaranje prolaza, evo koliko:

Ovom prugom prolaze dnevno 163 vlaka; svaki puta se tada spušta brklja i zatvara promet uli-

com za kojih 5 minuta, pa je zato u 24 sata prolaz onemogućen za cestovni promet za vrijeme punih 13 sati.

Izgradnja naselja s južne strane pruge svakim danom raste, te je broj vozila i pješaka, koji čekaju slobodan prolaz, sve veći. Razumljivo je stoga, da je na tim prelazima u posljednje vrijeme sve veći i broj saobraćajnih nesreća u kojima gube živote prolaznici: pješaci, putnici u cestovnim vozilima i željezničari zaposleni oko tih prelaza. Žurba života, porast nestrpljivosti i povećanje gustoće prometa na tim mjestima dovode svakim danom do težeg stanja. S druge strane, gubici, koji nastaju uslijed čekanja teretnih vozila na tim mjestima, značajni su za privredu grada, pa je zanimljivo pogledati kako stanje izgleda, samo prema sadašnjim podacima brojenja saobraćaja teretnih vozila:

Prelaz u Heinzelovoj ulici

broj vlakova u 24 sata	163
prosječno zatvoren cestovni prolaz . .	13 sati
prosječni broj zaustavljenih vozila . .	25 kom
prosječno vrijeme čekanja	5 min

Uz vrijednost od 2000 Din/sat za teretna vozila dobivamo dnevni gubitak od zaokruženo 650.000 dinara.

Ako uzmemo u račun samo radne dane, dat će nam to svotu od: 195,000.000 Din godišnje,

Prelaz na Sveticama

broj vlakova u 24 sata	163
prosječno zatvoren cestovni prolaz . .	13 sati
prosječni broj zaustavljenih vozila . .	15 kom
prosječno vrijeme čekanja	5 min

Uz vrijednost sata teretnih vozila 2000 dinara dobivamo dnevni gubitak otprilike 400.000 dinara.

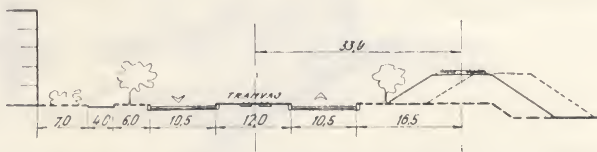
Ako uzmemo u račun samo radne dane bit će to godišnje 120,000.000 dinara.

Za oba prelaza to znači više od 300,000.000 dinara godišnje.

Ovdje se radi o gubicima, koji se — promatrano po pojedinačnim slučajevima — lako nadoknađuju u individualno relativno malim iznosima, pogotovo oni gubici čekanja pješaka i putnika u osobnim vozilima, čiji se gubitak vremena jednostavno ne računa u izdatak, no realno ocijenjeno u sumaru postoje ogromni gubici, koji samo izravno za privredu kao cjelinu dosižu iznos od oko jedan milion dinara dnevno.

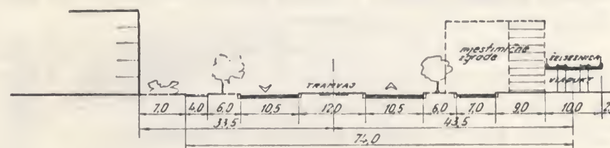
Ako k tome pribrojimo izdatke za željezničko osoblje zaposleno na prelazima, izdatke za održavanje brklji, te gubitke osobnih vozila i pješaka, dobit ćemo još znatno veće iznose šteta od navedenih.

Zatim, treba misliti i na sigurnost prometa te mogućnost oblikovanja toga predjela grada, koji nameću potrebu intervencije u sadašnjem stanju, ne manje od izloženih novčanih gubitaka. Uz to predstoji u bliskoj budućnosti elektrifikacija pruge na tom potezu, jer su te instalacije već stigle iz pravca Rijeke u Glavni kolodvor Zagreba, pa će ta okolnost, te modernizacija istočnog čvora željeznice Zagreba, koja je u toku, zahtijevati uređenje ekskluzivnih prolaza pruge.



Skica 4: Poprečni presjek Branimirove ulice, s nasipom za prolaz pruge

Za uređenje prolaza pruge u drugom nivou na dionici koja počinje na postojećem — nedavno po našem projektu izgrađenom — nadvožnjaku u Držićevoj ulici sa zapadne strane do otprilike područja Maksimira na sjevernoj strani pruge, odnosno do područja Borongaja s južne strane pruge, postoji u stvari samo jedna prikladna mogućnost, a to je, da se željeznica digne u gornji nivo. Dizanje može biti izvedeno tako, da se izgradi klasični nasip za željezničke kolosijeke na čitavom potezu, uz izgradnju nadvožnjaka na Heinzelovoj ulici i na Sveticama. Drugo je rješenje, da se uz dva spomenuta nadvožnjaka izgradi vijadukt na potezu dugom kojih 1600 metara.



Skica 5: Poprečni presjek Branimirove ulice, s vijaduktom za prolaz pruge

Prolaz tramvaja na Heinzelovoj ulici i Sveticama predviđen je u budućnosti u drugom nivou duž Branimirove ulice. Uz vijadukt su predviđene, na stanovitim mjestima, visoke zgrade, da se intenzivnije iskoristi prostor i dobije bolji sadržaj u Branimirovoj ulici. Prostor ispod vijadukta koristiti za garaže, skladišta i slične namjene.

Izgradnjom vijadukta može se naime dobiti slobodan prostor ispod objekta, za prolaženje, ili za iskorištenje u poslovne svrhe.

Varijanta s nasipom

Nasip za željezničku prugu, po ovoj varijanti, predviđen je na čitavoj dužini, izuzev prolaza u Heinzelovoj ulici, na Sveticama i, pri kraju dionice, u Krupićevoj ulici. Budući da je duž pruge predviđeno probijanje nove gradske arterije, Branimirove ulice, koja će se protezati od današnje njene dionice do Maksimira i vjerojatno dalje na istok kroz naselje Čulinec, to ćemo neposredno uz

nadvožnjake imati velika raskršća, pa je za njihovu preglednost potrebno, da se otvori nadvožnjaka protegnu znatno više iza linija rubnjaka kolnika Heinzelove ulice i Svetica nego bi to tražio promet pješaka. To je uslovilo dužinu tih objekata od cca 92 m na Heinzelovoj, a cca 75 m na Sveticama.

Da bi nasip bio što jeftiniji, bilo bi, po toj varijanti, potrebno spustiti niveletu pruge, a time i donji rub konstrukcije nadvožnjaka što niže. Taj zahtjev dovodi do spuštanja nivelete Heinzelove ulice, tako da ona imade udubinu pod nadvožnjakom, što svakako ne bi poboljšalo izgled prolaza.

Širina je zakrčenog prostora između nožica nasipa minimum 23 m, pa bi izgubljeni gradski prostor, uslijed izgradnje nasipa iznosio cca 40.000 m² na usporednoj dužini vijadukta. Nepovoljno je pri tom, što nasip isključuje mogućnost prolaza na još nekom mjestu osim spomenutih. Doduše, predviđeno je, da će se s južne strane pruge, na prostoru između Držićeve i Heinzelove ulice, te na prostoru između Heinzelove i Svetica, nalaziti željeznička postrojenja, pa može biti da drugi prolazi neće biti potrebni, ali u tim razmatranjima treba biti oprezan, jer nije malo vjerojatno, da bi se moglo i ostala postrojenja tretirati slično kao i prolaz pruge, pa će u tom slučaju ostati potreba da se s nekim prodorima stigne na južnu stranu, do nekih tamošnjih »sadržaja«.

Pri takvom rješenju s nasipom predviđeno je, da će se izvesti najprije provizorni kolosijek na sjevernoj strani pruge, koji će služiti pri izgradnji, a kasnije će on biti uklonjen. Nasip treba podignuti na prosječnu visinu nad sadašnjom prugom za kojih 6 metara, a budući da je okolni teren niži od sadašnje pruge (ponegdje i nekoliko metara) podesno je ostati s nasipom tlocrtno na mjestu sadašnjih kolosijeka, da bi se smanjile količine nasipa. To nije povoljno, jer je tada potreban provizorij. Osim toga tada nova Branimirova ulica mora biti uža, a na spomenutim raskršćima Branimirove i Heinzelove ulice te Branimirove ulice i Svetica ostaje oskudan razmak za umetanje zaobljenja kolnika.

U blizini gradilišta nema nikakvoga materijala za nasip, pa bi podesan nasipni materijal morali dovoziti iz velike udaljenosti, po svoj prilici iz korita rijeke Save, dakle nekoliko kilometara daleko, željeznicom i za to izrađenim prilaznim kolosijekom na Savi. Proces prevoza i istovara trajao bi dugo i ometao bi željeznički promet, a jedinična cijena nasipa bila bi velika.

Za tu su varijantu također izrađeni projekti, i to: Projekt pruge, dizanje pruge i provizorija izradio je Željeznički projektni biro Zagreb, a za pripadne objekte na Heinzelovoj ulici i Sveticama projekte ze izradio Inženjerski projektni zavod, grupa K. Tonkovića. Prema tim projektima troškovi izgradnje kompletnog objekta od Držićeve do kraja u Maksimiru iznose po podacima investitora:

1. Nadvožnjak u Heinzelovoj ulici	cca	140,000.000
2. Nadvožnjak Svetice	cca	140,000.000
3. Nadvožnjak u Krupićevoj ulici	cca	25,000.000
4. Provizorij pruge	cca	450,000.000
5. Dizanje nasipa i pruge	cca	984,000.000
6. Vezano uređenje Heinzelove ul.	cca	240,000.000
7. Vezano uređenje ulice Svetica	cca	25,000.000
Ukupno	Din	2004,000.000

Varijanta s vijaduktom

Pri toj je varijanti potrebno također izraditi jedan dio nasipa na početku i kraju ove dionice, ali je na dužini od 1600 metara predviđeno izgraditi laki armirano-betonski objekt, na kojemu će ležati kolosijeci željezničke pruge. Uz taj objekt će se izgraditi i oba nadvožnjaka (Heinzelova, Svetice), kao sastavni dio čitavog rješenja. Ukoliko se bude s južne strane na nekom dijelu radilo kakve željezničke objekte na nasipu, tada će se uz vijadukt po potrebi izraditi i potporne zidove.

Vijadukt je predviđen s otvorima po 7,5 m — s time da objekt sadrži (kao dio koji se mnogo puta ponavlja) sektor dug 47 metara. Na kraju takvih sektora stavljeni su dvostruki stupovi. To je učinjeno zato, da se može lakše raditi objekt u sektorima, te da u slučaju eventualnog nasilnog rušenja na jednom mjestu ne bude ugrožen čitav most, nego najviše samo takav jedan element. Otvori po 7,5 m dovoljni su, da se može kroz vijadukt, na bilo kojem mjestu, proći s cestom, te da se može s kamionima ulaziti u prostor ispod vijadukta, a omogućuju vrlo ekonomičnu rasponsku konstrukciju mosta.

Tako je moguće, na bilo kojem mjestu toga dugog poteza, ostvariti prolaz po želji, a na ostalom potezu prostor ispod vijadukta koristiti za garaže, radionice, skladišta, prodavaonice i druge slične svrhe. Prostor bi bio povoljan i za garažiranje kamiona s prikolicama, za koje nisu podesne garaže na spratovima, zbog potrebnih prostora za manevriranje, no i za skladišta je najpovoljniji jedan sprat, s obzirom na troškove uskladištenja i prenos robe pomoću viljuškara. Daljnja je prednost prizemnog objekta u tome, da nisu potrebni liftovi, stubišta ili rampe, a objekt se može koristiti po sektorima, kako već bude izgradnja napredovala.

Ispod predviđenog vijadukta dobit ćemo pokriveni prostor za poslovne svrhe od 17000 m². Pored toga, predvidjeli smo, da će se ova površina po nahođenju korisnika — na stanovitim mjestima — povećati, tako da će se za potrebe kancelarija i drugih pratećih službi izgraditi prostorije uz vijadukt sa sjeverne strane, gdje za njih postoji dosta raspoloživog mjesta. I tako je ta fasada Branimirove ulice vrlo duga, pa će nju biti poželjno obogatiti nekim višim objektima. Zgrade se mogu podignuti počam od vijadukta do kojih 1,5 m od rubnjaka kolnika s južne strane. Ispod njih je lako

Skica 6: Nadvožnjak u Heinzelovoj ulici

ostaviti slobodan prolaz za lokalni kolnik, po potrebi u uzdužnom smjeru.

Korisni prostor na južnoj strani buduće Branimirove ulice bit će time znatno povećan, a sama će ulica poprimiti gradski izgled, povoljniji od izgleda pustih pokosa nasipa.

Za ulicu se stoga po ovom rješenju neće postavljati pitanje manje vrijednosti s obzirom na blizinu željezničkih postrojenja s južne strane koji su tamo predviđeni, jer će se ti objekti nalaziti u »dvorišnom« prostoru, odnosno (na mjestima gdje to bude podesno) moći ćemo do njih prići izravno ispod otvora vijadukta.

Budući da za vijadukt nije zanimljiva, manja ili veća, visina povrh terena, to smo predvidjeli, da će se vijadukt izgraditi — zajedno s nadvožnjacima — južno, posve izvan sadašnje pruge, pa ne treba graditi provizorij nego tek kad bude čitav objekt gotovo priključiti kolosijeke na krajevima i predati objekt prometu. Stoga će izgradnja manje ometati željeznički promet, a neće biti potrebno ni ograničenje vožnje kao kod varijante na nasipu. Nadalje, pri tom može niveleta Heinzelove ulice ostati viša, a to znači manje izdatke za njeno uređenje, i povoljniji izgled ulice.

Prema podacima iz projekta, koštanje vijadukta, ograničeno samo na građevinske radove, bez uređenja prostora ispod njega, iznosi 650.000 dinara po tekućem metru vijadukta.

Uzmemo li u račun samo troškove nasipa, bez gornjeg ustroja, koji je u obje varijante jednak, s nužnim provizorijem (po odbitku vrijednosti korisnog materijala nakon demontiranja provizorija) dobivamo za tekući metar nasipa usporedbenu cijenu od 450.000 Din. To bi značilo da je vijadukt jedinično skuplji za cca 50% po usporedbi samo objekt-objekt. Međutim, pravu sliku dobivamo razmatrajući troškove čitavog zahvata, te prema podacima investitora imamo:

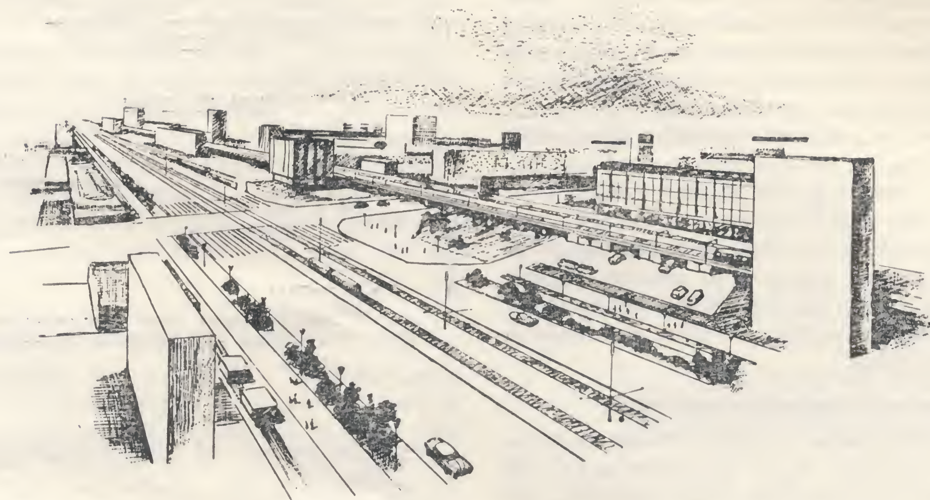
1.	Nadvožnjak u Heinzelovoj ulici	cca	140,000.000
2.	Nadvožnjak u Sveticama	cca	140,000.000
3.	Nadvožnjak u Krupićevoj ulici	cca	25,000.000
4.	Provizorij na krajevima	cca	225,000.000
5.	Gornji ustroj, čitav potez	cca	300,000.000
6.	Vijadukt, 1600 m	cca	1100,000.000
7.	Nasipi na krajevima	cca	150,000.000
8.	Vezano uređenje Heinzelove ul.	cca	100,000.000
9.	Vezano uređenje ulice Svetica	cca	25,000.000
	Ukupno	Din	2205,000.000

Budući da izgradnjom vijadukta otpadaju stanoviti drugi, inače nužni, radovi iz varijante nasipa, može se ocijeniti da bi cijeli zahvat s vijaduktom koštao oko 2,2 milijarde dinara, što prema 2,0 milijarde dinara iz varijante nasipa znači višak od 200,000.000 dinara.

Za tih 200 miliona dobiva se korisni prostor od 17000 m², koji, istina, nije definitivno uređen, ali koji je — time što je natkrit i nalazi se u samom centru grada — vrlo jeftin uz cijenu od 12.000 Din m² bez potrebe ikakvih rušenja i sl.

Skica 7: Nadvožnjak na Sveticama

Skica 8: Fragment vijadukta



Skica 9: Perspektiva Branimirove ulice s vijaduktom

S obzirom na okolnost da se radi o potrebnoj i korisnoj investiciji, predviđeno je mobiliziranje svih raspoloživih sredstava, koja će omogućiti izgradnju. Predviđeno je, da se zainteresiraju razne privredne organizacije u izgradnji poslovnog prostora, koji će one time dobiti. Uz to će se angažirati i industrije kojima su današnje brklje onemogućile izravni prevoz kamionima, te prilaz interesenata i radnika do njih. Promatrano u tom svijetlu, varijanta s vijaduktom daleko će odskočiti od klasičnog rješenja s nasipom, pa je ona i preporučena za ostvarenje.

Kao što se vidi, izgradnjom nadvožnjaka povezanih s vijaduktom, prema izloženom, dobit će se suvremeno gradsko rješenje prolaza pruge kroz grad na tom sektoru, te mogućnost izgradnje široke Branimirove ulice, koja će spajati istočne dijelove grada s Glavnim kolodvorom. Kad iz plana grada i urbanističkih rješenja vidimo, da u tome području grada nema mjesta za garažne i slične prostorije i prostore na kojima bi se mogao izgraditi toliko veliki objekt, bit će još zanimljivije iskoristiti ono što je izloženi prijedlog omogućio, time što umjesto nekorisnog zauzimanja prostora dobavljenom zemljom u ravni teren grada ostvarujemo korisne prostore i pružamo mogućnost obogaćenja duge, nove, gradske arterije s inače puste njene strane.

Organizaciju izgradnje i izrade projekata vodi Direkcija za izgradnju industrijskih područja Zagreba (direktor Jurjević), od koje su dobiveni i ovdje spomenuti ekonomski podaci. Cijene su date u starim dinarima.

Projekte za varijantu vijadukta izradio je prema svojem prijedlogu Inženjerski projektni zavod Zagreb, grupa Prof. Ing. Kruno Tonković, sa suradnicima: Ing. Marijan Ljubi, Ing. Gerta Horvatić, Ing. Zvonimir Lončarić, Ing. Josip Sakoman, Ing. Petar Krpan, tehn. Alfred Ljevačić, tehn. Mihajlo Mazur.

NEKA RAZMATRANJA PRI ISPITIVANJU ELASTIČNIH KARAKTERISTIKA STIJENE (DEFORMACIJA) »IN SITU«

Ing. Petar Stojić, Energoinvest, Sarajevo

1. Uvod

Izgradnja velikih objekata hidrotehničkih postrojenja, kao što su visoke brane, koje na stijenovito tlo prenose sile velikog reda veličine, iziskuje potrebu šireg poznavanja mehaničkih osobina stjenskih masiva. Pri izgradnji ovih objekata sadašnja saznanja naročito ističu pitanje deformacija stjenskih podloga, koje je još nedovoljno proučeno.

U okviru relativno mlade inženjerske discipline, mehanike stijene, upoznavanje deformacionih karakteristika stjenskih brdskih masiva uslovljava, u pogledu daljnjih istraživanja, reviziju starih i razvoj novih postupaka, sve u cilju što sigurnijeg i ekonomičnijeg projektiranja, građenja i eksploatacije objekta. Također, potrebno je analizi podvrći neke izraze i pojmove koji se često puta nekritički primjenjuju pri tretiranju ovog pitanja. Naročito se u raznim publikacijama upotrebljava

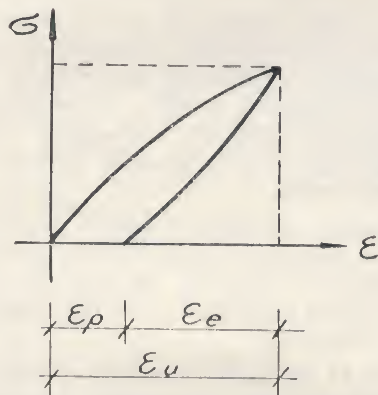
pojam »puzanje stijene«. Pod ovim pojmom upotrebljavaju se razni vidovi plastičnih deformacija stijene, što otežava rješavanje ionako kompleksnih pitanja vezanih za proučavanje deformacija stjenskih brdskih masiva pod opterećenjem.

Namjera nam je postaviti nekoliko primjedbi, i to na osnovu analize deformacija na jednom betonskom tijelu, uzorku čvrste stijene i stjenskom masivu; beton, kao vrsta kamenog materijala određenih karakteristika, u tom pogledu, iscrpnije je proučen. Također, pomoću te analize želimo ukazati na potrebu korigiranja nekih postupaka i programa ispitivanja veličine i toka deformacija u stjenskim masivima.

2. Deformacije kamenih materijala

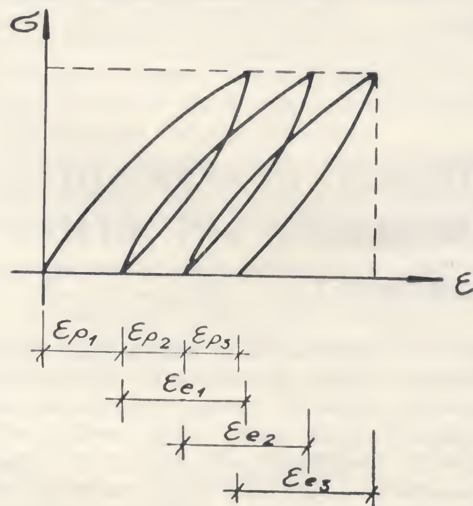
Betonsko tijelo ako se optereti silama pritiska ili rastezanja, skraćivat će se ili produžavati. Za proučavanje toka deformacije služi dijagram odnosa napona σ i relativnih deformacija ε.

Ovi se dijagrami razlikuju za tri slučaja opterećenja:



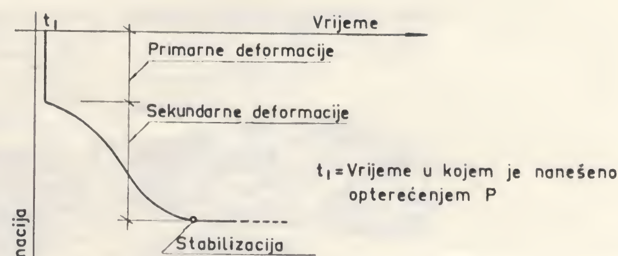
Sl. A

a) deformacije od kratkotrajnog opterećenja (Sl. A).



Sl. B

b) deformacije od opetovanih kratkotrajnih opterećenja (Sl. B).



Sl. C

c) deformacije od dugotrajnih opterećenja (Sl. C).

Pod kratkotrajnim opterećenjem podrazumijeva se vrijeme potrebno za očitanje instrumenata uz eventualno kraće čekanje. Međutim, dugotrajno opoterećenje podrazumijeva se i za vrijeme od nekoliko godina.

Deformacije betona pri opterećenju kratkotrajnim vanjskim silama, u teoriji betona, nazivaju se primarne deformacije i imaju svoj primarni elastični i plastični tok.

Pri trajnom opterećenju deformacije napreduju u funkciji vremena i nekoliko godina. Ove naknadne deformacije nazivaju se sekundarnim deformacijama, a sastoje se također od sekundarnih elastičnih i plastičnih deformacija.

Pojam popuštanja betona pod trajnim opterećenjem naziva se puzanje; iako ova pojava nije još potpuno detaljno istražena, ona ipak ima svoje objašnjenje: puzanje betona zavisi o strukturi betona, koja se zamišlja u obliku rešetke od stvrdnutog cem. maltera, ispunjenom zrnjem agregata. Plastične deformacije su uglavnom uvjetovane cementnim malterom, koji je u početku želatinozna masa i u kojoj postepeno rastu kristalni kosturi. Zahvaljujući postojanju poluslobodne i slobodne vode, takva masa ima u početku veliku slobodu deformiranja i premještanja, bez poremećenja kristalne strukture.

S postepenim ishlapljivanjem slobodne vode i prelazom poluslobodne vode u kristalizacionu, sloboda deformacija postaje sve manja, tj. proces postaje sve sporiji i na kraju, nakon određenog vremena, se mora zaustaviti; to je trenutak kada se je želatinozna masa pretvorila u tvrdu i stabilnu kristalnu rešetku. Daljnji porast deformacije je moguć samo kod povećanog opterećenja koje izazove deformacije već krutog kostura i njegove ispune.

Potrebno je napomenuti, da puzanje betona zavisi o starosti betona u trenutku opterećenja, i da se puzanju betona suprotstavlja kamena ispuna. Poznato je također, na osnovu laboratorijskih ispitivanja uzoraka čvrste stijene, da ona ima relativno male plastične deformacije. Općenito, plastične deformacije čvrstih stijena javljaju se na

račun međusobnog klizanja ili kretanja (između zrnja), koja se odvijaju po kristalografskim ravninama. Ovakva kretanja se nazivaju translacionim klizanjem. Ovo klizanje mijenja oblik i orijentaciju mineralnog zrna. U čvrstim stijenama dolazi i do prekristalizacije u uslovima diferencijalnog pritiska (kristali se smanjuju, izdužuju, itd). Kod ovoga treba imati u vidu da se sve to događa u uslovima vrlo velikih pritisaka (npr. kod ubiranja) i da je vrijeme djelovanja sila vrlo važan faktor.

3. Plastične deformacije stjenskih masiva

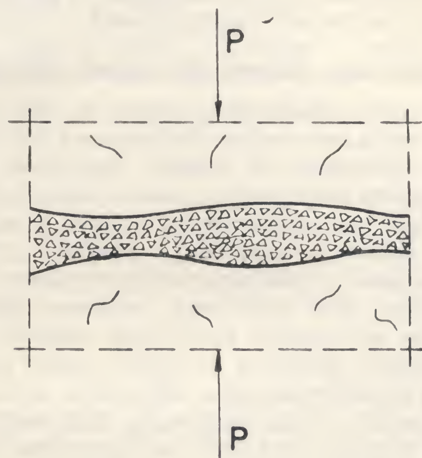
Presudni uticaj na ponašanje i sigurnost građevinskih konstrukcija, koje su fundirane na stijeni, imaju plastične deformacije stjenovitih oslonaca. Plastične deformacije u stjenskim masivima često puta imaju vrijednost velikog reda veličine. Ove deformacije se javljaju kao rezultat prilagođavanja masiva novim uslovima ravnoteže, jer su vještačke sile, koje djeluju, narušile prethodno prirodno stanje. Narušavanje ove ravnoteže se očituje, u najvećem broju slučajeva, u zatvaranju postojećih međuslojnih i drugih pukotina.

Ukoliko pritisci nisu prikladno odabrani tako da prekoračuju čvrstoću stijene, plastične deformacije mogu biti uzrokovane deformacijom, prskanjem i drobljenjem osnovne stijene; takav ćemo slučaj u ovim razmatranjima isključiti.

Veličina plastičnih deformacija ispucale stjenske mase zavisi, uglavnom, o učestalosti, o pravcu pada i pružanja pukotina, o dimenzijama i vrsti ispune pukotina, te o pravcu djelovanja i veličini opterećenja .

Kao što je već rečeno, razvoj plastičnih deformacija traje sve dotle dok se ne uspostavi novi uslov ravnoteže. Ukoliko se radi o nezapunjenim pukotinama, razvoj plastičnih deformacija je relativno brz; zavisi samo o čvrstoći eventualnih »brijegova«, kao i o uslovima bočnog širenja (sl. 1).

Kod ispunjenih pukotina, na veličinu i tok plastičnih deformacija imaju veliki uticaj vrste ispune, koje znatno utiču na ponašanje stjenovitog masiva pod opterećenjem. Ukoliko se radi o ispuni s kamenom sitneži, razvoj plastičnih deformacija je još relativno dosta brz; zavisi uglavnom o ivičnoj čvrstoći i zbijenosti fragmenata, te o uslovima bočnog istiskivanja (sl. 2).

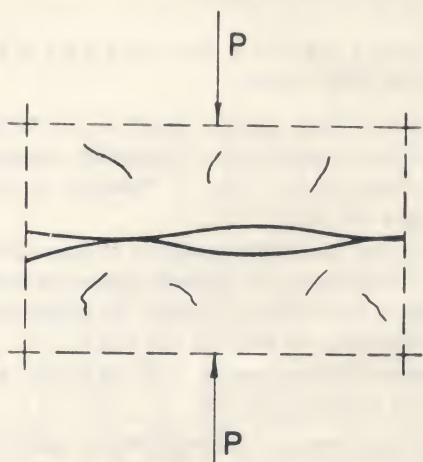


Sl. 2

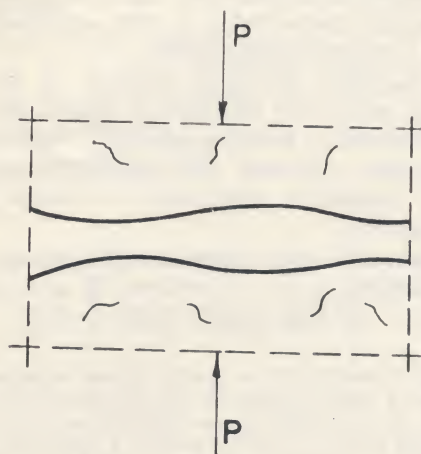
Kada se radi o ispuni glinom ili drugim koherentnim materijalima, tada treba razlikovati dvije faze razvoja plastičnih deformacija. U prvoj fazi, razvoj plastičnih deformacija je prilično brz, što opet zavisi o stišljivosti gline i mogućnostima bočnog istiskivanja. U drugoj fazi, razvoj deformacija je vrlo spor zbog sporog istiskivanja vode iz pora, koje sprječava zbijanje čestica gline (sl. 3).

Slična shematizacija problema može se napraviti i za razne vrste ispuna međuslojnih prostora.

Iz prethodnog izlaganja vidimo, da tok plastičnih deformacija kod glinovitih ispuna pukotina, u drugoj fazi, ima karakteristike slične puzanju. Međutim, u svim ostalim slučajevima radi se o takvom razvoju deformacije gdje je »popuštanje stijene« prikladniji pojam i naziv.



Sl. 1



Sl. 3

Naziv »puzanje stijene« i za slučaj kada bi se on mogao upotrebiti, također je za diskusiju jer se u stvari radi o ravnoteži vanjskih pritisaka i pritisaka porne vode.

Pojava ovih slučajeva u prirodi je uvijek znatno složenija i raznovrsnija, a tim više i pojmovi kojima se služimo moraju biti, bar za one slučajeve gdje je to moguće, potpuno jasni.

4. Ispitivanje deformacija stijene »in situ«

Ispitivanje deformacija stijene in situ u našoj zemlji obavlja se u većini slučajeva na dva načina: probnim komorama ili tlačnim jastucima. Ispitivanja tlačnim jastucima su znatno jeftinija i mogu se obavljati na većem broju tačaka, s relativno visokim pritiscima ispitivanja. Međutim, ispitivanja su zavisna o lokalnim karakteristikama stjenskih masiva. Kod ispitivanja probnom komorom opterećuju se desetine kvadratnih metara stjenovite površine. Rezultati su nešto manje podložni lokalnim karakteristikama, ali pritisci koji se mogu primijeniti u toku ispitivanja, kod neobloženih probnih komora, praktično su ograničeni tehničkim teškoćama.

Na rezultate ispitivanja probnom komorom, za potrebe površinskog fundiranja, mogu se postaviti i neki prigovori teoretske prirode. Ovo čini prihvatljivijom metodu ispitivanja tlačnim jastucima za potrebe fundiranja brana. Međutim, u jednom i drugom slučaju, koliko je poznato iz literature i prakse, nije se poklanjala dovoljna pažnja faktoru vrijeme.

Prethodna razmatranja i pojednostavljeni ilustrirani slučajevi jasno ukazuju da vrijeme trajanja opterećenja može imati presudni uticaj na tok i veličinu deformacija. Vrijeme trajanja opterećenja, naročito u slučajevima ispitivanja s tlačnim jastucima, bilo je relativno kratko. Tako da su te vrste ispitivanja spadala u grupu ispitivanja s kratkotrajnim ili opetovanim kratkotrajnim opterećenjima, što samo u nekim slučajevima može dati zadovoljavajuće rezultate. Treba skrenuti pažnju, da su se rezultati takvih ispitivanja, u većini slučajeva, nekritički koristili za potrebe projektiranja konstrukcija. Međutim, ispitivanja ove vrste malo govore o tome kako će biti ponašanje konstrukcije i stijene u temeljima.

Naše današnje saznanje ukazuje, da program ispitivanja mora biti usklađen s osobinama stijene u osloncima i karakteristikama konstrukcije, jer predodžbe stvorene na rezultatima neodgovarajućih programa ispitivanja — mogu biti u osnovi pogrešne.

Za ilustraciju ovih razmatranja poslužit ćemo se ispitivanjima koja su izvedena ili se izvode na pregradnom profilu brane Grančarevo*.

---

* Brana Grančarevo je lučna brana dvostruke zakrivljenosti s jače izraženom vertikalnom zakrivljenošću; brana je predviđena s perimetralnom fugom. Građevna visina brane je 123 m; dužina u kruni po ekstradosu 439,305 m; debljina na dnu 26,914 m i na vrhu 4,6 m.

Područje pregradnog profila brane nalazi se u lijaskim — lithiotis vapnencima, koji su na lijevoj obali, do znatne dubine, karstificirani. Slojevitost ovih vapnenaca je jako izražena; debljina slojeva kreće se u granicama 0,2—1,0 m. Slojevi imaju generalni pravac pada od lijeve prema desnoj dolinskoj strani, i nešto uzvodno; padni uglovi se kreću od 10^0—20^0. U seriji lijaskih vapnenaca mjestimično se javljaju laporovito-glinoviti i glinovito-ugljeviti proslojci, koji se na kraćim ili dužim rastojanjima isklinjavaju. Stjenska masa je ispucala i postoji više tipova pukotina. Uglavnom se izdvajaju tri sistema, i to: okomito, paralelno i koso na tok. U najvećem broju slučajeva pukotine su, u dijelovima blizu površine terena, zapunjene ilovačastim materijalom koji je voda u njih naknadno unijela proširujući ih eroziono-kemijskim djelovanjem.

Poboljšanje stjenovite mase povećanjem elastičnih karakteristika stijene i otpornosti na smicanje uslovilo je obimno izvođenje konsolidaciono-injekcionih radova. Kontrola uspjeha izvođenja injekcionih radova obavlja se i ispitivanjem statičkih i dinamičkih vrijednosti modula E, prije i poslije konsolidacije. Za ispitivanje statičkih vrijednosti modula E ugrađena su 4 tlačna jastuka u temeljima brane, i to dva na lijevoj i dva na desnoj dolinskoj strani.

Za ispitivanje dinamičkih vrijednosti elastičnih karakteristika stijene, duž cijele površine temelja, upotrebljava se refrakciona seizmička metoda do dubine od 30,0 m. Paralelno s ispitivanjem tlačnih jastuka obavlja se i ispitivanje dinamičkih karakteristika, pomoću mikroseizmike, i to prije opterećenja, na svakoj stepenici opterećenja, i nakon rasterećenja stijene.

Međutim, na osnovu izloženih razmatranja, da bi dobili odgovor na neka tretirana pitanja, odlučeno je da se uobičajeni programi ispitivanja tlačnim jastukom, u trajanju od nekoliko dana, korigiraju tako da vrijeme trajanja opterećenja bude što duže, cca 23 dana.

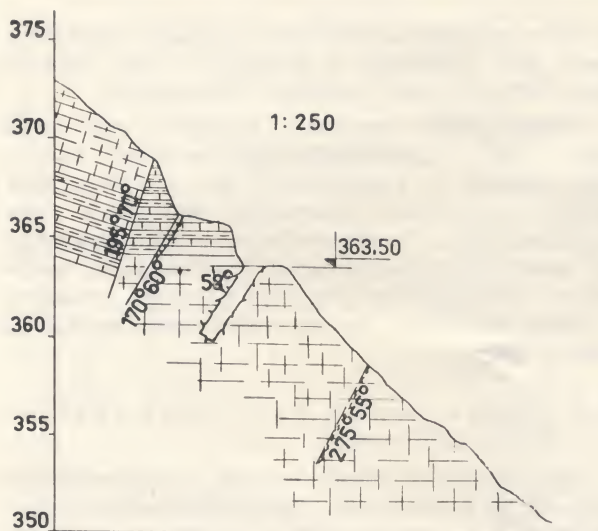
4. 1. Tlačni jastuk na desnoj obali — kota 363,5 mnm.

Iskop za tlačni jastuk nalazi se u bankovitim do masivnim vapnencima, finozrnim, veoma kompaktnim, sivo-smeđe boje, s manjim prslinama i pukotinama (sl. 4a).

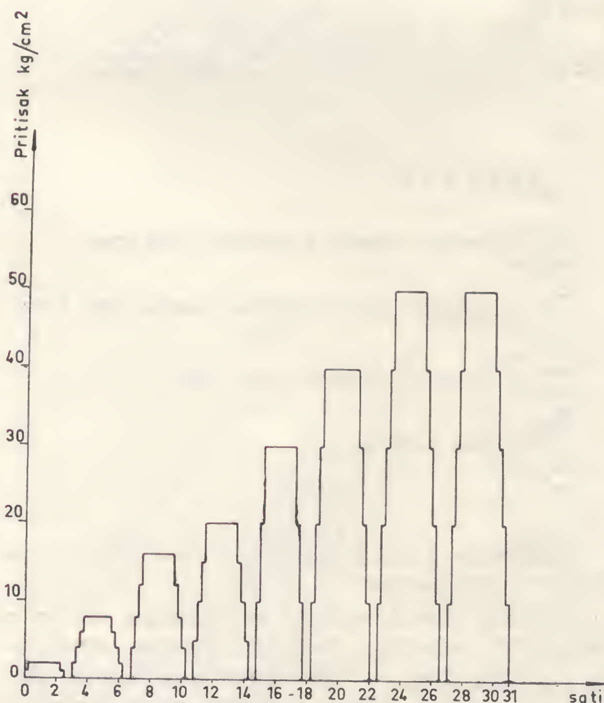
Ispitivanje elastičnih osobina stijene prije injektiranja objavljeno je prema dosad uobičajenom programu u trajanju od 4 dana, sa postepenim porastom pritisaka do 60,0 at (sl. 4b).

Na osnovu dijagrama $\delta = f(\sigma)$, slika 4c, dobijeni su ovi rezultati (sl. D).

Ispitivanje nakon konsolidacije obavljeno je prema programu koji je uzimao u obzir faktor vrijeme i ostale činioce, čiji smo uticaj htjeli ispi-



Sl. 4a



Sl. 4b

FAZA 1	PRITISAK atm. 2	MODUL ELASTIČNOSTI Ee kg/cm² 3	MODUL DEFORMACIJA Ed kg/cm² 4	DINAMIČKE VRIJEDNOSTI Edin kg/cm² 5	 vs kg/cm² 6
–	0.0	–	–	255000	3.4
–	20.0	152 000	123 200	278000	3.5
–	40.0	173 200	134 400	336000	3.9
–	60.0	177 000	141 800	290 000	3.6

Sl. D



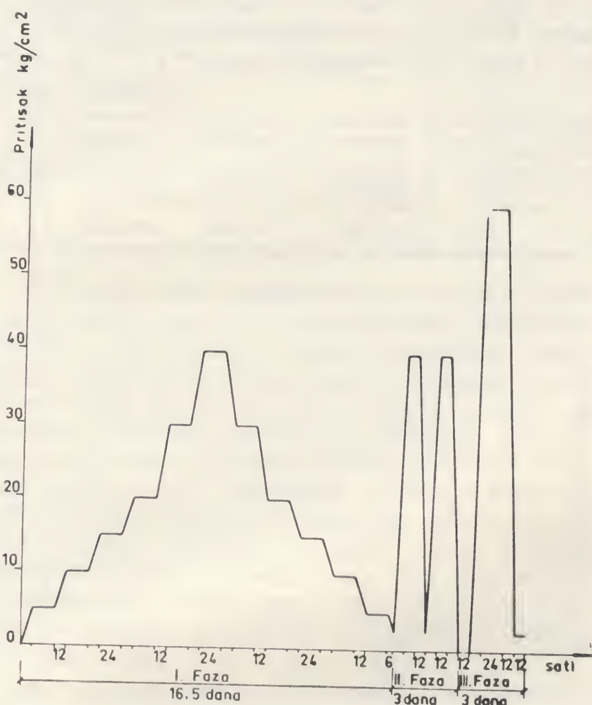
Sl. 4c

tati. Uticaj eventualnog preopterećenja brane, i u ovom slučaju, ispitan je s pritiskom do 60,0 kg/cm², koji je za cca 50% veći od maksimalnog računskog opterećenja.

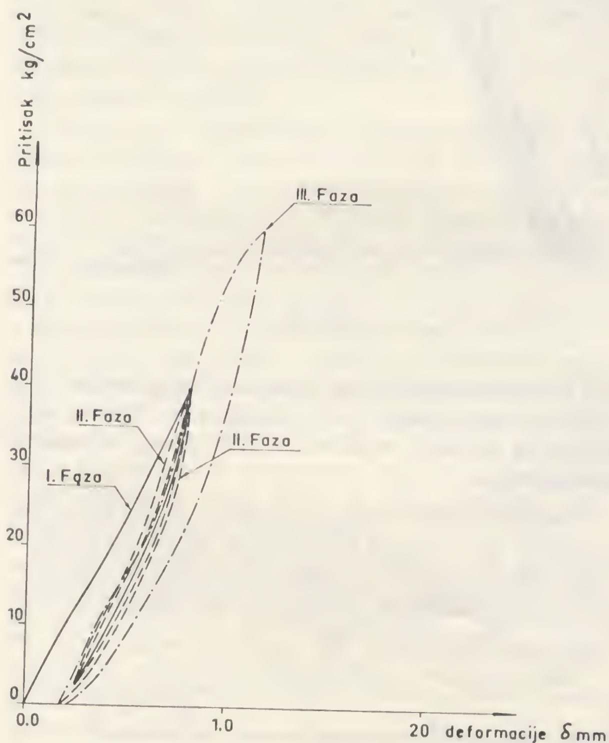
Program ispitivanja u trajanju od 23 dana sastojao se od tri faze ispitivanja: prva faza odgovara više izgradnji i prvom punjenju, druga programu eksploatacije, a treća eventualnom preopterećenju temelja (sl. 4d).

1	2	3	4	5	6
–	0.0	–	–	430000	4.4
I.	40.0	167500	120800	–	–
II.	40.0	172700	120100	–	–
III.	60.0	157100	122100	–	–

Sl. E



Sl. 4d



Sl. 4e

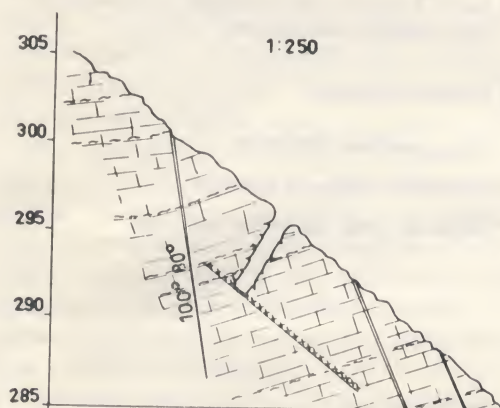
Na osnovu dijagrama δ = f (σ), slika 4e, dobiveni su ovi rezultati (sl. E).

Ovaj dijagram jasno ukazuje da su se plastične deformacije u veličini od 80% odigrale u prvoj fazi ispitivanja. Druga faza ispitivanja odigrala se je skoro potpuno u elastičnom području, međutim, treća faza ispitivanja s preopterećenjem dala je samo 20% ukupnih plastičnih deformacija.

Uspoređenjem rezultata statičkih ispitivanja prije i poslije konsolidacije stiče se utisak da nije bilo uspjeha u konsolidaciji. To, međutim, nije tačno, jer rezultati dinamičkih ispitivanja daju suprotnu sliku. Ta uspoređenja također dokazuju da dosad uobičajeni program ispitivanja, u trajanju od nekoliko dana, ne daje dovoljno pouzdane i realne rezultate, jer su vrijednosti modul E znatno niže.

4. 2. Tlačni jastuk na desnoj obali — kota 295,0 mnm

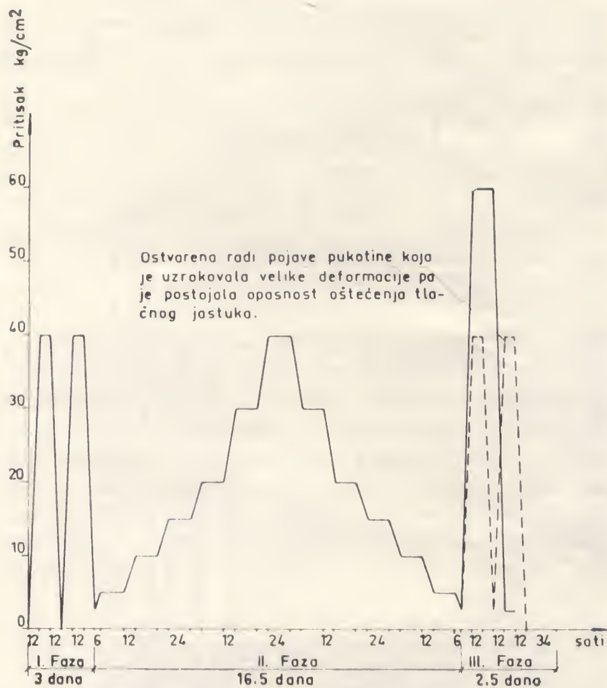
Iskop za tlačni jastuk izveden je u izlomljenim i finozrnim vapnencima. Debljina slojeva je između 20 i 80 cm. Svaki sloj je zasebno ispresjecan jako sitnim pukotinama. U samom prokopu postoji glinovito-ugljeviti proslojak oko 1 cm debljine, a dno iskopa se nalazi u razdrobljenoj stijeni. U bližoj zoni iskopa nalazi se nekoliko većih pukotina (sl. 5a).



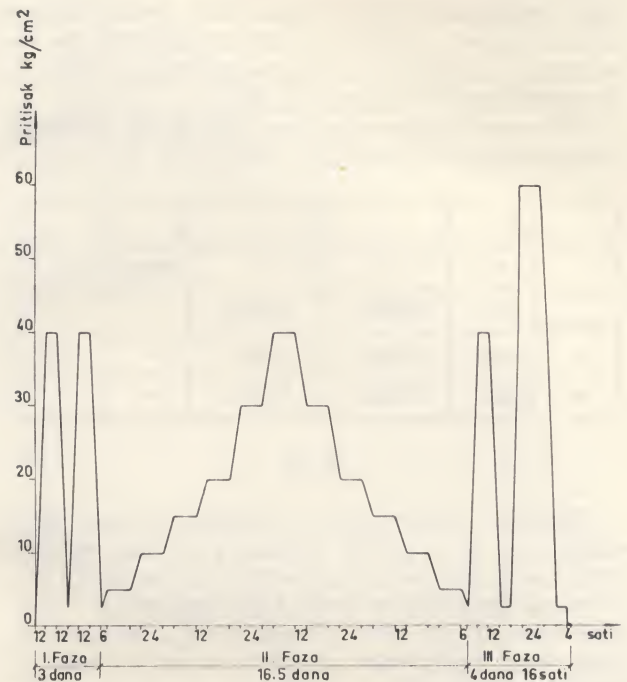
Sl. 5a

Ispitivanja prije injektiranja obavljena su po programu prikazanom na sl. 5b.

Geološke karakteristike su uslovile, da se u prvoj fazi primjene dva brža ciklusa opterećenja. U trećoj fazi nije bilo moguće realizirati program ispitivanja preopterećenjem zbog otvaranja postojeće pukotine.



Sl. 5b

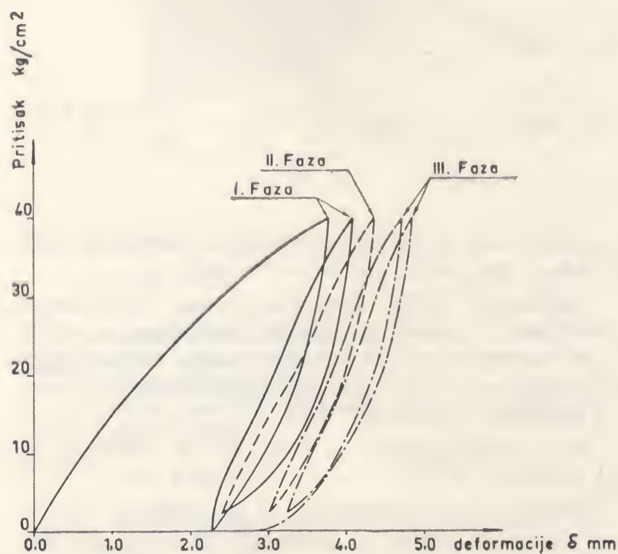


Sl. 5d

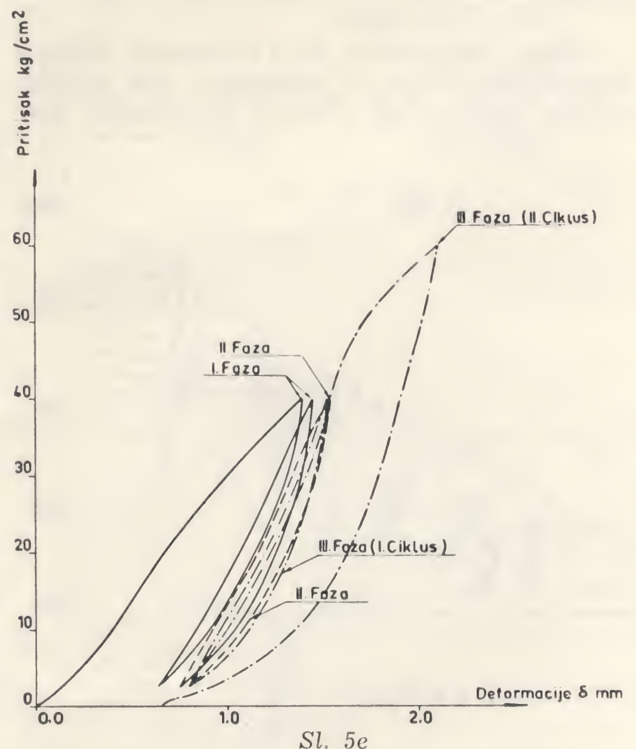
Na osnovu dijagrama δ = (σ) (sl. 5c), dobiveni su ovi rezultati (sl. F).

1	2	3	4	5	6
-	0.0	-	-	365000	4.0
I. (I. ciklus)	40.0	73000.0	26200	-	-
II	40.0	68200.0	22700	-	-
III.	40.0	61000.0	20500	-	-

Sl. F



Sl. 5c



Sl. 5e

Rezultati ispitivanja ukazuju da su se plastične deformacije većim dijelom, cca 85%, odigrale u prvom ciklusu prve faze ispitivanja; na drugu fazu otpada skoro cijeli ostatak ukupnih plastičnih deformacija. Drugi ciklus treće faze ispitivanja odigrao se potpuno u elastičnom području.

Ispitivanja nakon konsolidacije obavljena su prema programu koji je bio usklađen s prethod-

nim programom ispitivanja prije konsolidacije; konsolidacioni injekcioni radovi omogućili su da se obavi i ispitivanje preopterećenjem za 50%, tj. do pritiska od 60 kg/cm² (sl. 5d).

Na osnovu dijagrama $\delta = f(\sigma)$, sl. 5e, dobiveni su ovi rezultati (sl. G).

1	2	3	4	5	6
-	0.0	—	·—	650000	5.4
I. (I.ciklus)	40.0	146500	73000	-	-
II.	40.0	118200	63000	-	-
III.	60.0	118900	66700	-	-

Sl. G

Plastične deformacije u veličini od cca 85% odigrale su se u prvom ciklusu prve faze opterećenja; ostatak ukupnih plastičnih deformacija otpada na drugi ciklus treće faze ispitivanja s preopterećenjem od 50%. Druga faza i prvi ciklus treće faze ispitivanja, odigrali su se potpuno u elastičnom području.

4. 3. Tlačni jastuk na lijevoj obali — kota 365,0 mnm

Tlačni jastuk nalazi se u bankovitim lijaskim vapnencima. Stijena je kompaktna. Duž prostora između bankova ima crvenice, mjestimično debljine do 2 cm. U neposrednoj blizini iskopa za tlačni jastuk ima većih pukotina (sl. 6a).

Sl. 6a

Sl. 6b

Sl. 6c

Ispitivanje prije konsolidacionog injektiranja obavljeno je prema programu prikazanom na sl. 6b, s napomenom, da se nije moglo ispitati preopterećenjem (u III fazi ispitivanja) zbog otvaranja postojeće pukotine.

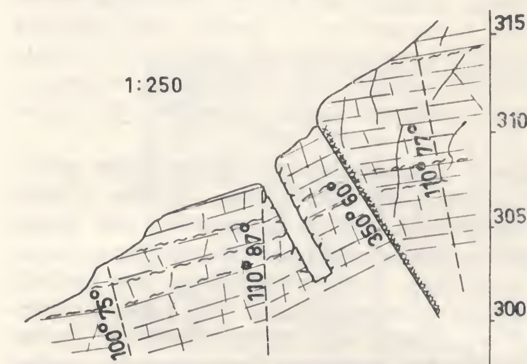
Prema dijagramu $\delta = f(\sigma)$, sl. 6c, dobiveni su ovi rezultati (sl. H).

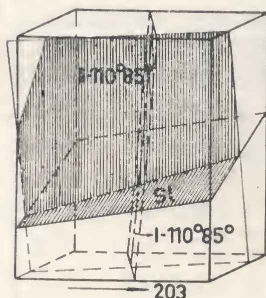
Na osnovu dijagrama $\delta = f(\sigma)$ može se zaključiti, da se je cca 90% plastičnih deformacija dogodilo u prvoj fazi ispitivanja. Druga faza ispivanja, s dva ciklusa opterećenja i rasterećenja,

1	2	3	4	5	6
-	0.0	-	-	200000	2.7
I.	40.0	50300	17300	-	-
II.	40.0	42900	15000	-	-
III.	40.0	30600	13000	-	-

Sl. H

i završnim pritiskom od 40 at u trajanju 12 sati, bila je potpuno u elastičnom području. Treća faza ispitivanja, s održavanjem završnog pritiska od 40 at kroz 24 sata dala je 10% ukupnih plastičnih deformacija. Ova činjenica jasno ukazuje koliki uticaj na ponašanje stijene ima vrijeme održavanja završnog pritiska. Radovi na konsolidaciji ovog područja, u toku pripreme ovog prikaza, nisu bili završeni.





LEGENDA

Lijaski krečnjaci mjestimično sa laporovito-glinovitim proslojcima i oštećeni prslinama i pukotinama.

Manje pukotine ponekad zapunjene glinovitim materijalom.

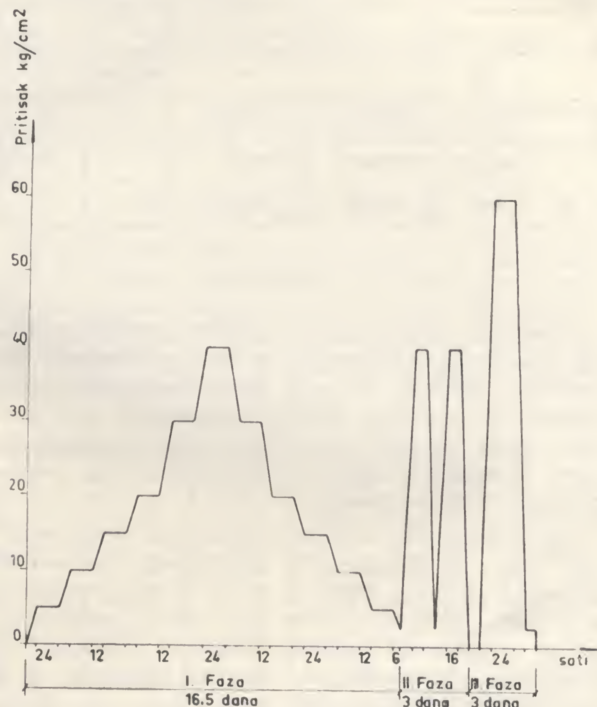
Veće pukotine

Laporovito-glinoviti proslojci sa elementima pada.

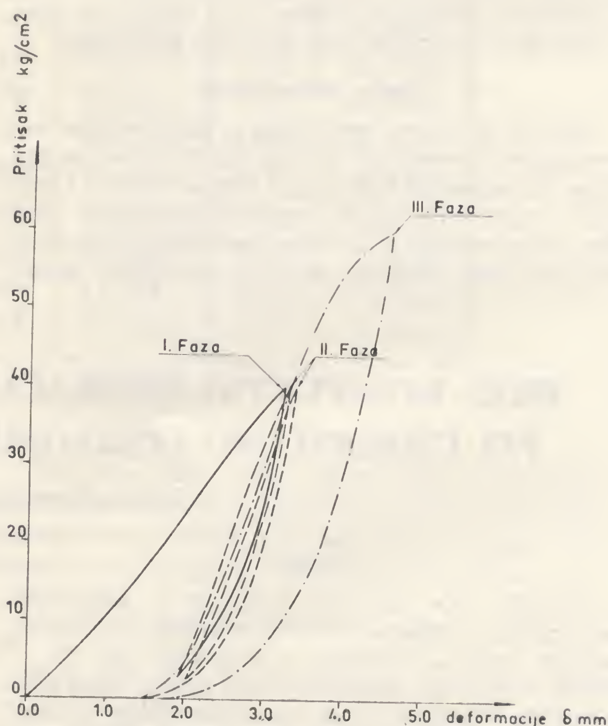
Sl. 7a

4. 4. Tlačni jastuk na lijevoj obali — kota 307 mnm

Ovaj tlačni jastuk nalazi se u zoni nekoliko većih pukotina, u uslojenim lijaskim vapnencima. U iskopu je zapaženo postojanje nekoliko glinovito-laporovitih proslojaka. Također je u području is-



Sl. 7b



Sl. 7c

kopa za tlačni jastuk registrirana veća pokutina sa strijama (sl. 7a).

Ispitivanja prije injektiranja obavljena su prema programu prikazanom na sl. 7b.

Na osnovu dijagrama $\delta = f(\sigma)$, sl. 7C, dobiveni su ovi rezultati (sl. I).

1	2	3	4	5	6
-	0.0	-	-	300000	3.8
I.	40.0	85 800	31000	-	-
II.	40.0	73900	31000	-	-
III.	60.0	56700	28400	-	-

Sl. I

Plastične deformacije u veličini cca 75% ukupnih plastičnih deformacija, prema prethodnom dijagramu, odigrale su se u prvoj fazi ispitivanja; ostatak od cca 25% ukupnih plastičnih deformacija otpada na treću fazu ispitivanja preopterećenjem. Druga faza ispitivanja dogodila se u potpuno elastičnom području.

Na kraju ovog izlaganja potrebno je napomenuti ovo: 1. Stabilizacija deformacija na svakoj stepenici pritiska dogodila se, u večini slučajeva, u periodu od 24 sata, tako da se može smatrati da je taj vremenski period prikladno odabran. 2. Prethodne vrijednosti su date za mjerenje sa 6 deformetara, koji su bili postavljeni po obodu tlačnog jastuka; rezultati mjerenja s vodokaznom cijevi (na osnovu promjene volumena) zbog preglednosti izlaganja nisu prikazani. 3. Rezultati geofizičkih ispitivanja nalaze se u stadiju obrade, te također nisu mogli biti u cjelini prikazani.

5. Opća razmatranja

Iako je program ispitivanja s dugotrajnim opterećenjem idealiziran, jer su sile koje se prenose na tlo zainteresirana zona, vrijeme porasta i trajanje opterećenja se ne mogu iz praktičnih razloga, u potrebnim granicama realizirati, ipak nam rezultati jasno ukazuju da je za ponašanje brane Grančarevo najznačajniji period izgradnje s prvim punjenjem i pražnjenjem akumulacije. Daljnji ciklusi punjenja akumulacije i opterećenja brane ne bi trebali uzrokovati takve plastične deformacije stjenske podloge, koje bi mogle ugroziti sigurnost konstrukcije.

Ispitivanjem metodom tlačnih jastuka, s dugotrajnim održavanjem pritiska, dobijaju se znatno niže vrijednosti za modul E. Međutim, smatramo da time dobijemo i realnije rezultate. Osim toga, ta metoda pruža znatno više podataka. Ona dopušta kompleksnije i svestranije korištenje rezultata ispitivanja deformacija stijene in situ, negoli dosadašnja metoda kratkotrajnih opetovanih opterećenja.

Posredstvom ove metode i kombinacijom određenog broja tlačnih jastuka može se odrediti i dozvoljeno opterećenje stijene u temeljima, i to u zavisnosti dopuštenih deformacija objekta koji se razmatra. Ne smije se zanemariti činjenica, da se ovom važnom pitanju, od kojeg često puta zavisi i sigurnost konstrukcije, u praksi projektiranja hidrotehničkih konstrukcija ne poklanja dovoljna pažnja. Ocjena dozvoljenog opterećenja stijene u temeljima u velikom broju slučajeva je proizvoljna.

Ispitivanja s dugotrajnim održavanjem pritiska zahtjevaju veće materijalne izdatke i duže vrijeme ispitivanja, što će nesumnjivo biti jedan od razloga za otpor primjene ovog postupka ispitivanja, i također, da li je primjena ove metode u svim slučajevima opravdana. Isto tako, primjena raznih programa ispitivanja uzrokovat će teškoće uspoređenja elastičnih karakteristika stijene u raznim slučajevima.

Smatramo da bi bilo korisno detaljnije razmotriti ovo pitanje. Okvirne smjernice za programe ispitivanja u određenim slučajevima bi znatno umanjile uticaj subjektivnog faktora, te bi time bio dat i određen doprinos ovoj oblasti.

Literatura: V. Juranović: Beton i armirani beton; J. Stoljarov: Uvod u teoriju armirang betona; M. Luković: Inženjerska geologija; S. Pavlović, K. Petković: Osnovi petrografije; Dokumentacija Energoinvesta.

BRZI KOMPLETNI PRORAČUN NAPREZANJA U ŠINAMA PO CIMERMANU (ZIMMERMANU) METODOM »KZ-19«

Nikola Kompanejcev, Zagreb

Uvod

Unatoč veće tačnosti kompletnog proračuna naprezanja u šinama po Cimermanu od ostalih metoda, koje su također u upotrebi kod JŽ, u praksi se najčešće upotrebljavaju manje tačni proračuni po Vinkleru, ili po Cimerman—Dilu. U svakodnevnoj praksi često nema dovoljno vremena za riješavanje svih 9 Cimermanovih jednadžbi (odnosno čak 11 ako se mora uzeti u obzir utiskivanje podložne pločice u prag). Osim toga treba imati još i Cimermanove tablice u svrhu izračunavanja vrijednosti ($\eta\varrho$).

Ako se ne uzima u obzir trulost pragova, tj. utiskivanje u prag podložne pločice (odnosno noge šine, ako podložnih pločica nema), onda je potrebno riješiti ovih devet jednadžbi:

$$L = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_p \cdot J_p}{c \cdot b}} \quad \ldots (1) \qquad k = \frac{1}{L} \quad \ldots (2)$$

$$\lambda = \frac{1}{L} \quad \ldots (3)$$

$$\varrho = \frac{r}{L} \quad \ldots (4) \qquad D' = \frac{c \cdot b}{k\,(\eta\varrho)} \quad \ldots (5)$$

$$B_š = \frac{6 \cdot E_š \cdot J_š}{a^3} \quad \ldots (6)$$

$$\gamma = \frac{B}{D'} \quad \ldots (7) \qquad M = \frac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10} \cdot \frac{G \cdot a}{4} \quad \ldots (8)$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad \ldots (9)$$

Ako se uzima u obzir utiskivanje podložne pločice ili noge šine u prag, onda je potrebno riješiti još dvije jednadžbe, i to bez obzira da li se radi pomoću klasičnog potpunog proračuna po Cimermanu ili ovdje opisanom brzom metodom »KZ. 19«. Postupak je opisan u drugom primjeru u ovom članku. Radi se o jednadžbama:

$$D'' = D_0 \cdot f \quad \ldots (b)$$

$$D = \frac{D' \cdot D''}{D' + D''} \quad \ldots (c)$$

Želja da se kompletni proračun po Cimermanu učini brzim i lakim, bez da se bilo što na njemu mijenja ili krnji, ponukala nas je da ga pomoću tabela KZ. 19a, KZ. 19b, KZ. 19c i KZ. 19d pretvori u »Brzi kompletni proračun po Cimermanu metodom KZ. 19«.

Pomoćna tabela KZ. 19a

Pomoćna tabela KZ. 19a daje vrijednosti faktora $\varphi = \frac{6 \cdot E_š}{a^3}$ koji pomnožen sa momentom tromosti šine $J_š$ da je krutost šine $B_š$. Vrijednost faktora φ date su za razmake pragova od a = 54 cm do a = 121 cm. Krutost šine $B_š = \varphi \cdot I_š$.

Pomoćna tabela KZ. 19b

U ovoj tabeli nalaze se vrijednosti krutosti pragova D' koje su izračunate za 9 vrijednosti koeficijenta zastora (podloge) od C = 3 kg/cm³ do C = = 25 kg/cm³, i za 7 vrsti drvenih pragova od 2,30, 2,50 i 2,60 m, koji su u upotrebi na prugama normalnog kolosijeka 1435 mm.

a	φ	a	φ	a	φ	a	φ
54	80,780	71	35,539	88	18,665	105	10,988
55	76,454	72	34,079	89	18,043	106	10,680
56	72,431	73	32,698	90	17,448	107	10,383
57	68,685	74	31,390	91	16,880	108	10,097
58	65,193	75	30,151	92	16,335	109	9,822
59	61,937	76	28,976	93	15,814	110	9,557
60	58,889	77	27,862	94	15,314	111	9,301
61	56,040	78	26,804	95	14,836	112	9,054
62	53,372	79	25,709	96	14,377	113	8,815
63	50,870	80	24,844	97	13,937	114	8,586
64	48,523	81	23,935	98	13,515	115	8,364
65	46,318	82	23,070	99	13,109	116	8,149
66	44,244	83	22,246	100	12,720	117	7,942
67	42,292	84	21,461	101	12,346	118	7,742
68	40,454	85	20,712	102	11,986	119	7,548
69	38,720	86	19,998	103	11,641	120	7,361
70	37,084	87	19,316	104	11,308	121	7,180

Tabela K Z. 19a

Upotreba ove tabele zamijenjuje riješavanje pet Cimermanovih jednadžbi od ukupno 9, odnosno njih 11, i osim toga otpada izračunavanje vrijednosti (ηϱ) pomoću Cimermanovih tablica.

Pomoćna tabela KZ. 19c

Ovu pomoćnu tablicu izradio je autor ovog članka još 1949. godine za »Brzi proračun gornjeg stroja po Cimerman—Dilu metodom KZ«, objavljen u broju 4/1962. časopisa »Građevinar«.

Koef. podloge C=		3	4	5	6	8	10	15	20	25
2,60-16/26 J= 8875 cm⁴	L	85,97	80.00	75,66	72,29	67,27	63,62	57,49	53,50	50,60
	ηρ	0,6961	0,6597	0,6266	0,6078	0,5787	0,5614	0,5316	0,5176	0,5112
	D'	9660	12612	15717	18599	24122	29498	42163	53724	64218
2,60-15/25 J=7031 cm⁴	L	81,90	76,22	72,08	68,87	64,09	60,61	54,77	50,97	48,20
	ηρ	0,6668	0,6322	0,6078	0,5863	0,5628	0,5482	0,5236	0,5125	0,5062
	D'	9219	12075	14796	17644	22780	27639	39136	49776	59647
2,60-14/24 J=5488 cm²	L	77,77	72,38	68,45	65,40	60,86	57,56	52,01	48,40	45,77
	ηρ	0,6433	0,6078	0,5832	0,5697	0,5468	0,5316	0,5144	0,5065	0,5044
	D'	8676	11445	14093	16520	21411	25946	36450	45782	54566
2,50-15/25 J=7031 cm⁴	L	81,90	76,22	72,08	68,87	64,09	60,61	54,77	50,97	48,20
	ηρ	0,6960	0,6584	0,6352	0,6125	0,5852	0,5679	0,5390	0,5251	0,5168
	D'	8833	11594	14157	16889	21908	26680	38018	48591	58423
2,50-14/24 J=5488 cm⁴	L	77,77	72,38	68,45	65,40	60,86	57,56	52,01	48,40	45,77
	ηρ	0,6674	0,6352	0,6071	0,5932	0,5683	0,5489	0,5277	0,5172	0,5122
	D'	8368	10952	13538	15866	20600	25129	35531	44834	53735
2,50-14/22 J=5031 cm⁴	L	77,77	72,38	68,45	65,40	60,86	57,56	52,01	48,40	45,77
	ηρ	0,6674	0,5352	0,6071	0,5932	0,5683	0,5489	0,5277	0,5153	0,5122
	D'	7666	11915	12410	14544	18884	23035	32571	41250	49257
2,30-14/22 J=5031 cm⁴	L	77,77	72,38	68,45	65,40	60,86	57,56	52,01	48,40	45,77
	ηρ	0,7452	0,7105	0,6820	0,6654	0,6317	0,6062	0,5802	0,5601	0,5510
	D'	6866	8975	11047	12966	16989	20857	29623	37950	45788

Tabela K Z. 19b

γ	N	γ	N	γ	N	γ	N	γ	N	γ	N
0,025	0,178	0,500	0,229	1,40	0,292	2,30	0,331	3,40	0,362	5,20	0,394
0,050	0,191	0,550	0,234	1,45	0,294	2,35	0,332	3,50	0,365	5,30	0,396
0,075	0,184	0,600	0,238	1,50	0,297	2,40	0,334	3,60	0,367	5,40	0,397
0,100	0,187	0,650	0,242	1,55	0,299	2,45	0,336	3,70	0,369	5,50	0,399
0,125	0,190	0,700	0,246	1,60	0,302	2,50	0,337	3,80	0,371	5,60	0,400
0,150	0,193	0,750	0,250	1,65	0,304	2,55	0,339	3,90	0,373	5,70	0,401
0,175	0,196	0,800	0,254	1,70	0,306	2,60	0,341	4,00	0,375	5,80	0,402
0,200	0,199	0,850	0,257	1,75	0,309	2,65	0,342	4,10	0,377	5,90	0,403
0,225	0,202	0,900	0,261	1,80	0,311	2,70	0,344	4,20	0,379	6,00	0,404
0,250	0,205	0,950	0,264	1,85	0,313	2,75	0,345	4,30	0,380	6,20	0,407
0,275	0,207	1,000	0,268	1,90	0,315	2,80	0,347	4,40	0,382	6,40	0,409
0,300	0,210	1,050	0,271	1,95	0,317	2,85	0,348	4,50	0,384	6,60	0,411
0,325	0,212	1,100	0,274	2,00	0,319	2,90	0,349	4,60	0,386	6,80	0,413
0,350	0,215	1,150	0,277	2,05	0,321	2,95	0,351	4,70	0,387	7,00	0,414
0,375	0,217	1,200	0,280	2,10	0,323	3,00	0,352	4,80	0,389	7,50	0,419
0,400	0,220	1,250	0,283	2,15	0,325	3,10	0,355	4,90	0,390	8,00	0,422
0,425	0,222	1,300	0,286	2,20	0,327	3,20	0,357	5,00	0,392	8,50	0,426
0,450	0,225	1,350	0,289	2,25	0,329	3,30	0,360	5,10	0,393	9,00	0,429

Tabela K Z. 19c

Pomoćna tabela KZ. 19d

Kompletni proračun naprezanja u šinama po Cimermanu ima osobitu vrijednost u slučajevima kada se radi o »ostarjeloj« ili tačnije rečeno zapuštenoj pruzi sa znatnim postotkom trulih pragova. Rezultat proračuna približava se još više stvarnosti, ako šine leže na trulim drvenim pragovima bez podložnih pločica, jer smanjenjem ležajne površine na pragu povećava se specifični pritisak na prag. U takvim slučajevima upliv utiskivanja noge šine (odnosno podložne pločice) u prag treba sumirati sa efektom utiskivanja praga u zastor, jer obje komponente daju ukupnu veličinu popuštanju elastičnih ležaja šine, koja se smatra kontinuiranim nosačem.

Zanemarivanje utiskivanja šine u prag (odnosnop odložnih pločica) može dati razliku u naprezanju u šini od 20%, pa i više.

Prema rezultatima ispitivanja koje su obavili Ast i Veber (»Bulletin AICCF, 1895), utiskivanje na dubinu od 1 mm u posve novi prag od tvrdog drva proizvodi specifični pritisak $d_0 = 16{,}4$ kg/cm², a kod vrlo starih trulih pragova specifični pritisak $d_0 = 3{,}1$ kg/cm². Prema tome, utiskivanje na dubinu od 1 cm (10 mm) proizveli bi specifični pritisci $D_0 = 164$ kg/cm², odnosno $D_0 = 31$ kg/cm².

Ako se radi o pruzi s besprijekornim gornjim strojem, s dobrim zastorom i sa postotkom trulih pragova koji se kreće u običnim dopuštenim granicama do ok 5—6%, uzimanje u obzir utiskivanja podložnih pločica u prag nije potrebno.

Postotak trulih pragova	do 10%	10—15%	15—20%	više od 20%
D_0 kg/cm²	100	70	50	31

Tabela K Z. 19d

Ako apstrahiramo pruge koje se nalaze u veoma dobrom stanju i rezerviramo za njih vrijednosti D_0 veće od 100 kg/cm², onda bi se moglo za ostale slučajeve primjeniti odnos između postotka trulih pragova i vrijednosti D_0 kg/cm², koji je dat u tabeli Kz. 19d.

Primjer 1

Brzi proračun naprezanja u šinama metodom **KZ. 19**, ne uzimajući u obzir utiskivanje šine u prag

Neka je razmak pragova a = 91 cm a moment tromosti šine $J_š = 775$ cm⁴. U pomoćnoj tabeli KZ. 19a vidimo da u tom slučaju faktor $\varphi = 16{,}880$, i prema tome bit će krutost šine:

$$B_š = \varphi \cdot J_š = 16{,}880 \cdot 775 = 13082 \text{ kg} \quad (1)^*$$

Neka je koeficijent zastora (podloge) C = 6 kg/cm³ i neka su ugrađeni drveni pragovi 2,50—25—15. U tabeli KZ. 19b vidimo da će u tom slučaju biti krutost praga D′ = 16889 kg.

Omjer krutosti šine i praga bit će:

$$\gamma = \frac{B}{D'} = \frac{13082}{16889} = 0{,}77 \ldots (2)$$

U tabeli KZ. 19c vidimo da vrijednosti $\varphi = 0{,}77$ odgovara vrijednost faktora N = 0,252.

Naprezanje u šini dobit ćemo na isti način kao u slučaju spomenutog »Brzog proračuna gornjeg stroja po Cimerman—Dilu metodom KZ«. Neka je u našem slučaju pritisak kotača G = 8000 kg, a moment otpora šine $W_š = 124$ cm³. Onda će naprezanje u šini biti:

$$\sigma = \frac{N \cdot G \cdot a}{W} =$$

$$= \frac{0{,}252 \cdot 8000 \cdot 91}{124} = 1479 \text{ kg/cm}^2 \quad (3)$$

Kako vidimo, umjesto 9 Cimermanovih jednadžbi trebalo je riješiti samo 3 jednadžbe, i nije bilo potrebno pomoću Cimermanovih tablica izračunavati vrijednost ($\eta\varrho$).

Primjer 2

Brzi proračun naprezanja u šinama metodom **KZ. 19**, uzimajući u obzir trulost pragova

Bez obzira na to, da li računamo po klasičnom kompletnom proračunu po Cimermanu ili po ovom brzom postupku »KZ. 19«, broj jednadžbi povećava se za dvije, to jest umjesto 9 treba 11, odnosno umjesto 3 treba 5 jednadžbi.

Neke u ovom primjeru važe sve pretpostavke prethodnog primjera i osim toga neka je zadano da u pruzi ima 12% trulih pragova i da je površina podložne pločice f = 288 cm².

Iz tabele KZ. 19d vidimo da u ovom slučaju $D_0 = 70$ kg/cm².

Krutost šine je ista kao i u prethodnom primjeru: $B_š = 13082$ kg (a)

Krutost praga je ista kao i prije: D′ = 16889 kg.

Sila koju proizvodi utiskivanje podložne pločice u prag bit će:

$$D'' = D_0 \cdot f = 70 \cdot 288 = 20160 \text{ kg} \quad (b)$$

Rezultirajuća krutost praga, tj. u stvari sila koja proizvodi oba upadanja, bit će:

$$D = \frac{D' \cdot D''}{D' + D''} = \frac{16889 \cdot 20160}{16889 + 20160} = 9190 \text{ kg} \quad (c)$$

Omjer krutosti šine i praga bit će:

$$\gamma = \frac{B}{D} = \frac{13082}{9190} = 1{,}42 \quad (d)$$

* S obzirom na jednadžbu c) u slijedećem primjeru mora se imati tri oznake krutosti (D′, D″ i D) a osim toga ne može se korektno držati dimenzija i veličine krutosti šine i praga, te ih treba izražavati u kg (vidi časopis »Železnice« broj 11/1964, str. 21—25).

U tabeli KZ. 19c vidimo da vrijednosti $\gamma = 1{,}42$ odgovara vrijednost $N = 0{,}293$.

Naprezanje u šinama bit će:

$$\sigma = \frac{N \cdot G \cdot a}{W} =$$

$$= \frac{0{,}293 \cdot 8000 \cdot 91}{124} = 1720 \text{ kg/cm}^2 \quad (e)$$

Vidimo da su uslijed trulosti pragova naprezanja porasla za 1720—1479 = 241 kg/cm² ili za cca 16%.

Zaključak

Pomoćne tabele KZ. 19a, KZ. 19b i KZ. 19c učinile su kompletni proračun naprezanja u šinama po Cimermanu lakim, brzim i jednostavnim.

Svaki iskusni operativac službe održavanja pruge, koji dobro pozna stanje svojih pruga, što i jeste njegova dužnost i domena, znat će uvijek odabrati odgovarajuću vrijednost. Do kg/cm2 u tabeli KZ. 19d, kao što će se morati također odlučiti i za odgovarajući koeficijent podloge C kg/cm³. On će, isto tako, dobro znati da samo kod novog ili nedavno temeljito obnovljenog gornjeg stroja može biti govora o jednoličnom stanju pruge. Kod loše održavanih odnosno kod »ostarjelih« pruga, stanje gornjeg stroja mijenja se »od praga do praga«. Prema tome, mijenjaju se na isti način pretpostavke koje se mora uzeti kao bazu za proračun.

Na takvim prugama podijelit će se najprije čitava pruga na pojedine karakteristične odsjeke, ako između njih postoje bitne razlike koje bi mogle utjecati na eventualno smanjenje brzine između pojedinih stanica. Zatim će se za pojedine odsjeke pruge utvrditi pretpostavke koje će služiti kao baza za proračun naprezanja u šinama.

Prirodno je, da u svakom takvom odsjeku pruge nije mjerodavan skup prosječnih vrijednosti pojedinih komponenata, nego najkritičnija kombinacija tih komponenata, koja će dati naprezanje u šinama na najkritičnijem mjestu dotičnog odsjeka pruge, što i jeste princip svakog statičkog proračuna.

Korisno je u takvim slučajevima obavljati alternativne usporedne proračune za pojedine odsjeke pruge, mijenjajući one pretpostavke u čijoj procijeni može biti neke nesigurnosti.

Iz rezultata takvih alternativnih proračuna lako se izvedu zaključci: gdje i iz kojih razloga treba smanjiti brzinu ili osovinski pritisak (ovo potonje povlači sa sobom automatsko sniženje osovinskog pritiska na čitavoj pruzi, i stoga nije prihvatljivo); gdje i što treba učiniti (trulost odnosno poremećeni razmak pragova, zastor, lokalna prekomjerna istrošenost šina u nekim lukovima i sl.), kako se ne bi morala sniziti sadašnja brzina.

KORIŠTENJE MORSKE VODE ZA PIĆE

Ing. Vladimir Paulić, Zagreb

Krajem 1964. godine pušten je u pogon na grčkom otoku Syma u Egejskom moru uređaj za desalinizaciju morske vode kapaciteta 19 m³ na dan. Uređaj je projektirao američki inženjer Reynold M. Eckstrom, a gradnju je financirao anonimni darovatelj. Objekt se sastoji od niza plitkih 75 m dugih jaraka koji su obloženi crnim kaučukom zbog boljeg apsorbiranja sunčane topline. Iznad jaraka napeti su krovovi od providnog plastika. Noću se crpi voda u jarke, iz kojih danju isparava uslijed djelovanja sunčane topline. Vodena se para kondenzira na donjim plohama krovova od plastika, a voda otiče preko postranih žlijebova u rezervoar, odakle se crpi za upotrebu kao voda za piće. Za 3000 stanovnika ovog otoka dobiva se nešto preko 6 litara vode na dan po stanovniku, što uz postojeću opskrbu putem cisterni, koje akumuliraju meteorsku vodu, zadovoljava potrebe. Slične uređaje namjerava se sagraditi i na ostalim grčkim otocima.

Slatka voda odnosno desalinizacija morske vode dobiva se već dulje vrijeme. I kod nas je u Zadru postojao uređaj za destilaciju morske vode, koji su Talijani izgradili između dva rata. Prema nekim podacima ima do danas u svijetu preko 100 uređaja za desalinizaciju morske vode s ukupnim kapacitetom od oko 200.000 m³ na dan. U Kuwaitu je sagrađeno nekoliko uređaja za desalinizaciju morske vode, koji se ubrajaju među najveće na svijetu (kapacitet od 19.700 m³ na dan). U njima se slatka voda dobiva na taj način, da se vruća morska voda tlači u komore s niskim tlakom, gdje naglo isparava i kondenzira, pa se kondenzat odvodi u rezervoare. Amerikanci obavljaju pokuse i sa smrzavanjem morske vode za desalinizaciju, jer se za taj postupak troši manje energije nego kod destilacije. Kod nas Metalurški institut iz Ljubljane, prema vijestima iz dnevne štampe, obavlja uspješne pokuse desalinizacije morske vode putem smrzavanja. U našim primorskim predjelima, naročito na otocima, bit će potrebno orijentirati se na dopunsku opskrbu vodom, demineralizacijom morske vode, pa bi bilo poželjno da se i kod nas čim prije sagradi, na pogodnom mjestu, pokusni uređaj za desalinizaciju.

S naših i inostranih gradilišta

Ing. Ivan Pavičić, Čakovec

ODBRANA MOSTA NA DRAVI U DONJOJ DUBRAVI — PRILIKOM POPLAVE 1965. GODINE

Most na Dravi u Donjoj Dubravi drveni je objekat, veoma značajan u životu mještana. Izgrađen je 1952. godine. Dug 105 m. Izgrađen je sredstvima zainteresiranog stanovništva.

Sedmog septembra 1965. godine most nije mogao odoljeti vodenoj stihiji. Oštećen je na srednjem dijelu, a zahvaljujući umješnsti njegovih branilaca spašen je od potpunog rušenja. Možda je to jedini most u Jugoslaviji o kojem se brinu samo mještani, ubirući mostarinu za pješake i za vozila, ostvaruju prihode za njegovo održavanje. Most premoštava Dravu između Donje Dubrave i područja koprivničke komune, na putu III reda, i bio je pod kompetencijom Uprave za ceste sve do 1962. godine, dok je mogao služiti prometu, a onda je jednostavno napušten i zatvoren. Godine 1964. njegovi sadašnji graditelji uložili su osam miliona dinara za uređenje gornjeg stroja ceste duge 2 km i kolnika mosta. Most je izdržao poplavne vode 1964. godine, izdržao je navalu leda 1964/65. godine, uz žrtvu tri ledoloma, tako da je poplavu 1965. godine dočekao u teškom stanju, s deformiranom niveletom i osi mosta, podlokan i sa znatnim drugim oštećenjima.

Branioci mosta odlučili su opteretiti jarmove s 6 tona linijskog opterećenja, pa je na cijeli most dovezeno 66 tona tereta.



Sl. 1: Pogled na opterećeni most

Dodatno opterećenje bilo je namijenjeno za kompenzaciju pritiska vode i za povećanje sigurnosti od prevrtanja. Nedostatak je bio, što jarmovi sa pet vertikalnih pilota, vezani kliještima i križevima, nisu imali kose pilote. Pritisak vode na jaram ocijenjen je, kod brzine vode od 2 m/sek sa 1630 kg. Udar plovnih predmeta računat je sa 4000 kg, pa je horizontalnoj sili suprotstavljeno dodatno vertikalno opterećenje od 6 t



Sl. 2: Detalj jarma

Most je odoljevao katastrofalnom stanju 48 sati uz stalan porast vodostaja, kada je voda dosegla do sedala Tada je ispod mosta nestao jedan jaram. Sedla s vijcima preuzela su opterećenje pomosta i dodatno opterećenje. Razmak susjednih



Sl. 3: Zaustavljeno stablo na ledolomu

jarmova je tada iznosio 18 m. Kasnije je, otprilike jedan kilometar nizvodno, pronađen neoštećen jaram sa svih pet pilota uredno povezan križevima, a jedina oštećenja su vrhovi pilota (vjerojatno još kod zabijanja).



Sl. 4: Pogled na most nakon oštećenja

Šteta je što nema podataka o poprečnom profilu korita ispred mosta iz 1952. godine, da se usporedi sa sada snimljenim, jer bi se mogla bolje sagledati opasnost podlokavanja i temeljenja na tom mjestu u Dravi. Pregledom jarma i usporedbom s poprečnim profilom može se samo ocijeniti da dubina podlokavanja iznosi 4 m.

PLANIRA SE NAJZAMAŠNIJA GRAĐEVINA SVIJETA

Kongres SAD odobrio je još 1964. godine 17 miliona dolara za istražne radove za gradnju novog kanala koji će zamijeniti Panamski kanal. Novi bi kanal trebalo sagraditi u razini mora, i to na jednoj od prevlaka Srednje Amerike. Stari kanal ne prima velike brodove jer ne mogu proći kroz njegove brodarske splavnice. Osim toga je i Republika Panama tražila reviziju kanalskog ugovora iz godine 1903. Novi kanal koji bi trebao voditi u razini mora neće više imati kompliciranih prevodnica ni nasipa i ostalih građevina, pa ne bi bio ni toliko osjetljiv, kao sadašnji, u doba ratnih sukoba. Kanal u razini mora neće trebati toliko visokokvalificiranog osoblja, a imat će i niz drugih prednosti. Trebat će prokopati žlijeb širine oko 300 m, a dubine do 75 m, pa dolazi u obzir i atomsko miniranje.

Postoje četiri alternativna smještaja za novi kanal: ona uz trasu sadašnjeg Panamskog kanala, jedna nova na teritoriju Paname, jedna u sjeverozapadnoj Kolumbiji, te jedna na granici republika Nicarague i Coste Rice. Na postojećoj trasi kanala ne mogu se primjeniti atomska miniranja. Troškovi prekopa, koji ima duljinu od 80 km, konvencionalnim načinom, proračunati su na 2,3 milijarde dolara. Trasa Sasardi—Morti u provinciji Darien na području Paname vodi kroz prašumu, vododjelnica je na visini od 330 m, duljina trase samo 80 km. Troškovi su, ako se primjeni atomsko miniranje, oko 750 miliona dolara, a za konvencionalni postupak 5,1 milijarda dolara. Trasa Atrato—Truando u Kolumbiji uz granicu Paname ima duljinu od 160 km, i troškove od 1,4 milijarde kod atomskog miniranja, a 5,2 milijarde pri primjeni konvencionalnog postupka. Vododjelnica je na visini od 290 m. Četvrta trasa, na granici Nicarague sa Costa Ricom, je najdulja — 224 km i najskuplja (1,9 odnosno preko 5 milijarda dolara). Jedina joj je prednost da je najsjevernija, i prema tome najbliža USA.



Legenda: 1. Trasa uz stari kanal 2. Trasa Sasardi—Morti 3. Trasa Atrato—Truando 4. Trasa Nicaragua—Costa Rica

Pitanje je da li će se moći primjeniti atomsko miniranje, s obzirom na sklopljene ugovore. Mišljenje je, da će biti najpovoljnije sagraditi novi kanal paralelno trasi sadašnjeg Panamskog kanala. Rok gradnje predviđa se sa 15 godina. To će biti po opsegu do sada najzamašnija gradnja koju svijet poznaje.

V. P.

Prefabrikati

PREFABRIKATI U SSSR-u

Ing. Milan Kružičević, Zagreb

(BILJEŠKA S PUTA)

Utisak je da se u SSSR-u naročita pažnja poklanja masovnoj izgradnji stambenih i pratećih objekata. U Sovjetskom Savezu se gradi 70% stambenih objekata po suvremenim metodama, krupno-panelnim montažnim sistemom. Ostalih 30% izvodi se na tradicionalan način, i to uglavnom s opekom. Postoje centralni projektni biroi koji izrađuju projekte za sve tipove objekata. Nadalje, postoje tzv. trustovi koji razrađuju organizaciju gradilišta, tehnološke procese proizvodnje, te izvođenje obrtničkih i finalnih radova. Postoje također i specijalni trustovi, koji vode brigu o planiranju i nabavci svih potrebnih materijala. Jedinstveni, tipizirani, vozni park omogućava brz prevoz elemenata i materijala.

U želji da čim prije svi građani SSSR-a imaju stanove, traže se rješenja koja omogućavaju najbržu izgradnju i ekonomičnost, makar na uštrb estetskog izgleda, pa i kvalitete. Posljedica ovoga su tipizirani objekti, koji se uglavnom razlikuju po broju stubišta i etaža. Monotonija u izgledu fasade nastoji se razbiti veličinom otvora, vanjskom obradom zidnih površina, izradom balkona i sl. U urbanističkom pogledu vodi se računa o tome kako da se stari porušeni dijelovi grada poprave tako da zadrže prvobitnu fizionomiju. Nova stambena naselja grade se kao mikrorajoni u perifernim dijelovima grada. Ova naselja poprimaju sve odlike gradova satelita.

Praksa je, da se prije nego se pristupi primjeni bilo kojeg novog sistema izgradnje, sistem podvrgne strogoj studijskoj analizi. U laboratorijima i institutima detaljno se ispituju svojstva materijala koji se žele upotrebiti. U ova ispitivanja uključena su i ispitivanja zvučne i toplinske izolacije materijala pojedinačno i kao sastavni dijelovi konstrukcije. Elementi se ispituju pojedinačno i u sklopu pokusnog objekta.

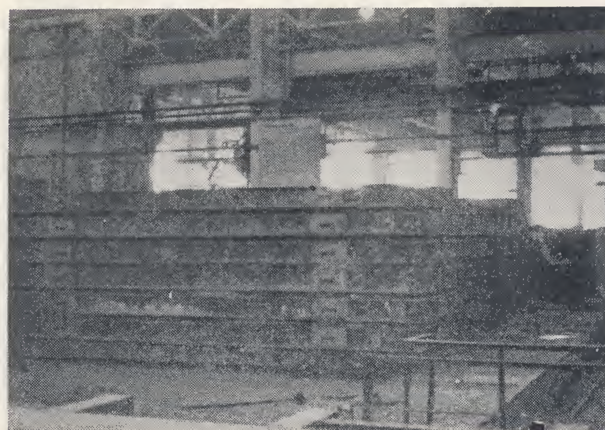
Zanimljivo je i to da se čitavo novo tvorničko postrojenje u specijalnim slučajevima shvaća kao pokusni pogon, koji se definitivno smatra dobrim i prihvatljivim tek nakon što je zadovoljio zahtjeve ekonomičnosti.

U okviru izložbi o dostignućima suvremenog građevinarstva formiraju se posebni paviljoni u kojima se izlažu pojedini dijelovi konstrukcija, kao i čitavi pokusni objekti. Ovakve izložbe imaju za cilj da upoznaju širu stručnu javnost o najnovijim dostignućima na ovom području.

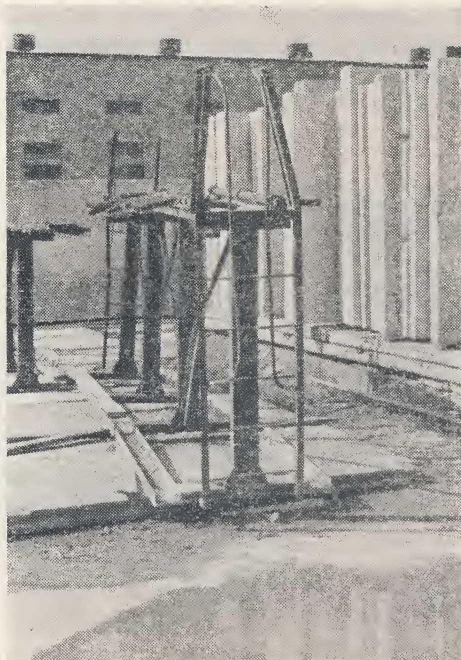
Društvenim planom predviđa se okončanje stambenih pitanja SSSR do 1970. godine. Da bi se to postiglo, tempo izgradnje je vrlo brz i dinamičan, što se negativno odražava na kvaliteti radova, naročito finalnih. Dijelovima objekata koji imaju nosivi i konstruktivni karakter pridaje se naročita pažnja, dok kvalitete završnih radova zaostaju za radovima isto takve vrsti kod nas.



Sl. 1: Montaža IV etaže



Sl. 2: Baterijski način proizvodnje elemenata



Sl. 3: Skela za sortiranje elemenata

Cijena stambene površine kreće se oko 140 rubalja za m². Stanarine su vrlo niske, i iznose 13,6 kopjejke po m² korisne površine. Dobili smo obavještenje, da stanarina iznosi cca 4% od ukupnog mjesečnog budžeta korisnika stana.

U Kijevu smo posjetili izložbu dostignuća narodne privrede u USSR. Od interesantnih stvari je maketa kompletnog postrojenja za proizvodnju ekspandirane gline. Ovakvo postrojenje je već izgrađeno, i produkt u obliku granule upotrebljava se za izradu vanjskih panela u teškoj montaži. Na izložbi su izloženi i pojedinačni paneli teške montaže, sanitarni blokovi — kabine od betona.

U Lenjingradu smo posjetili kombinat krupnopanelne montaže. Treba napomenuti, da u Lenjingradu postoji 6 kombinata koji izrađuju krupne panele i višemontažne objekte. Od 1946—1964. izgrađeno je u Lenjingradu 18 miliona m² stambene površine, ili 100 stanova na dan. Omjer klasične gradnje naprama montažnoj je 30:70.

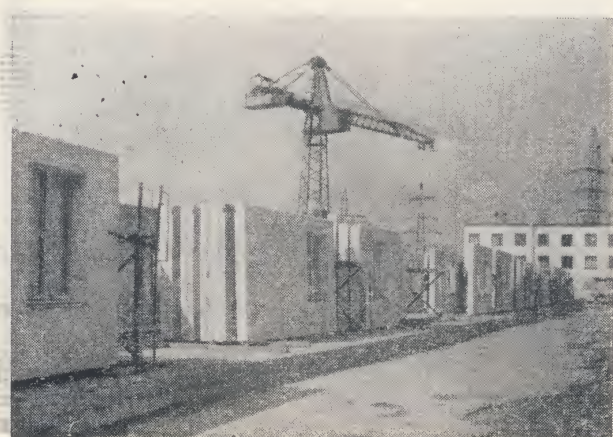
U okviru kombinata nalaze se dvije fabrike. Jedna proizvodi pregrade i stropove od običnog armiranog betona, dok druga proizvodi zidne elemente od plinobetona. Kombinat gradi 3 tipa objekata, i to: dvokatnice sa 50 stanova, trokatnice



Sl. 4: Dovršeni montažni objekat (Plinobeton)



Sl. 6: Pokusni objekat u toku montaže



Sl. 5: Dovršeni objekat i deponij elemenata



Sl. 7: Transport elemenata

sa 70 stanova, i osmerokatnice sa 100 stanova. Kombinat je sagradio već toliko stanova, da je svaki treći građanin ovoga grada dobio stan.

U tvornici je uposleno 1300 radnika, dok ih na gradilištima ima 1200. Od ovog broja uposleno je 300 inženjera i tehničara. Tvornica se sastoji od pogona za proizvodnju plinobetona, proizvodne hale i hale s autoklavima. Plinobeton se proizvodi od kvarcnog pijeska, cementa i aluminijskog praha. Nakon što je beton pripređen, dovozi se u kalupe u kojima ekspandira. Nakon što je ekspandirao, suvišak se odreže, a kalup ostaje do vrha napunjen i stvrdnjava 5—6 sati. Nakon toga, zajedno s kalupom, odlazi u autoklav. Vrijeme zadržavanja je 32 sata; ovdje je uračunato i vrijeme prije ulaska u autoklav i ono potrebno za sušenje nakon izlaska iz autoklava. Nakon izlaska iza utoklava, u betonu ostaje 10% vlage i u tom momentu ima σ — 45 kg/cm^2. Nakon potpunog sušenja ima σ — 60/cm^2.

Onaj beton kod kojeg se postigao σ — 100 kg/ /cm^2 ima zapreminsku težinu 1000 kg/m^3. Taj beton se upotrebljava za nosive vanjske i unutarnje zidove. Koeficijent toplinske vodljivosti betona kojeg upotrebljavaju za unutarnje zidove ima λ = 0,15—0,16 kcal/m^2. Nikakva dopunska izolacija nije potrebna. Beton, koji upotrebljavaju za izolaciju krova ima γ = 650 kg/m^3, dok je čvrstoća σ = 40 kg/cm^2. Debljina elemenata iznosi 24 cm.

Pregradni elementi proizvode se u vertikalnim baterijama. Elementi se zaparuju pod pritiskom od 2—10 at. Pod pritiskom od 10 at elementi stoje 8—10 h. Nakon zaparivanja hlade se 5 sati, te se izvoze na deponije. Temperatura pare je od 40°—180°.

Armatura u panoima je u obliku točkastozavarene mreže. Čvrstoća čelika je 9000 kg/cm^2. Radi se na baterijski način izrade panoa, i to 8—10 panoa u jednoj bateriji. Zagrijavanje je dovodom pare od 20°—95° C. Para se uvodi između pojedinih panela u posebne pretince.

Proizvodnja zidnih elemenata je u horizontalnom položaju po jedan, nakon čega se odvoze u autoklave. Pregradni i ostali elementi proizvode se u vertikalnom položaju. Fasadni elementi se slažu po 2 komada po horizontali. U svakom panou ugrađuju se plosna željeza, koje se, nakon spajanja dvaju panoa, zavaruju. Spojevi panoa se obrađuju u obliku vidljive fuge, tako da se ima dojam da su zgrade od panela lake montaže. Vanjska obrada fasadnih elemenata je zaribana žbuka.

Stropni elementi izvode se od jednog komada, dužine i do 6 m, tako da u objektu prekrivaju i po dvije prostorije. Svi ostali paneli su jednaki veličini zida kojeg predstavljaju. Temelji se izvode monolitno, dok se nadtemeljno zide izvodi od posebnih panela koji se montiraju na licu mjesta.

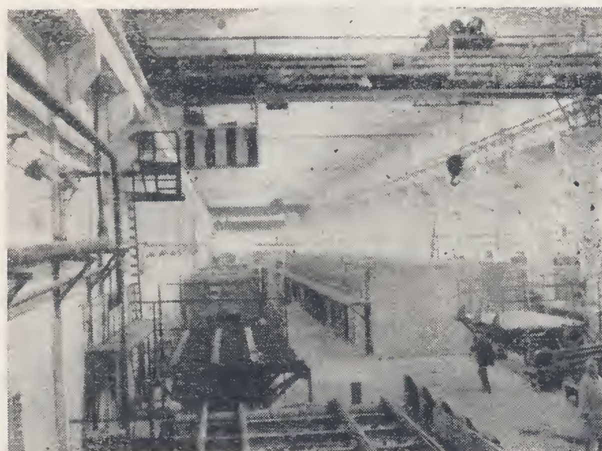
Fiksiranje elemenata za vrijeme montaže je pomoću kosnika. Najprije se postave ugaoni panoi, a zatim se nastavi s ostalim. Radovi su vrlo čisti, što karakterizira tešku montažu. Finalna obrada zidova i stropova je vrlo jednostavna, jer se radi s precizno izvedenim samim plohama. Na zidove se direktno lijepe tapete. Na stropne elemente polaže se parket. Ovi radovi zaostaju po kvaliteti za radovima kod konstruktivnih dijelova. Naročito je loš kvalitet obrtničkih radova. Oprema stanova



Sl. 8: Deponij mreža za panoe



Sl. 9: Gotovi panoi izlaze na kraju trake



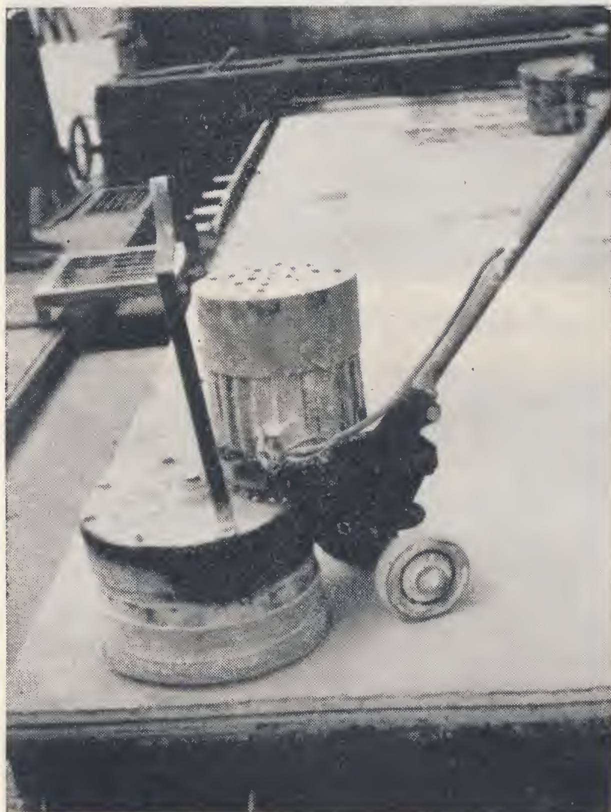
Sl. 10: Pogled na halu i elemente prije izvoza

također nije previše raskošna. Sve je to posljedica želje da se stambeno pitanje brzo riješi.

Posjetili smo i kombinat DSK-1 u Moskvi. Ovaj kombinat gradi objekte samo jedne serije. To su objekti sa 5 etaža, 5 ulaza, a imaju 60 stanova. Korisni prostor u objektu ima 2000 m^2 površine. Kombinat se sastoji od 3 industrijska poduzeća: tri uprave sa proizvodnim halama i 3 gradilišta. Redoslijed montaže je takav da se najprije montira prva polovina objekta u visini dviju etaža, a zatim monteri prelaze na drugu polovinu objekta, a iza njih instalateri završavaju instalaterske radove. Nakon montaže druge polovine prvih dviju etaža, prelazi se na prvu polovinu treće i četvrte etaže, a instalaterski radovi se odvijaju na drugoj polovini dviju etaža. Prema ovom redosljedu, radovi se nastavljaju. Ovakvim načinom rada postiže se znatno veća brzina u izvođenju radova. Instalateri završavaju radove 3 dana nakon montaže objekata.



Sl. 11: Bunkeri u kojima se zaparuju panoi



Sl. 12: Naprava za finalnu obradu panoa

Unutarnji panoi su nosivi, a vanjski nenosivi. Krovna konstrukcija je od pregrada — na koje dolazi izolacija; nema stropa.

U tvornici postoje dva pogona: armaturni i oblikovni, zatim postoje pomoćni pogoni: remontni, mehaničarski, i drugi.

Proizvodnja radi sa 3 kazetne mašine na četiri tehnološke linije. Svaka linija ima 8 mašina, a u svakoj ima 8 redova (panoa) u vertikalnom položaju. Termoobrada je neposredno u proizvodnji. Zapariva se 7 h. Čvrstoća iznosi 154 kg/cm^2.

Elementi iz proizvodnje idu na doradu detalja, a nakon toga se odvoze na gradilišta. Do izvoza panoa potrebno je 2 dana. Kod dorade se uklanjaju šupljine, ravnaju mašinom koja prelazi 2 puta preko panoa, zatim se stvrdnjavaju, odlaze na ručnu doradu i konačno na transport. Stubišni elementi se obrađuju s donje strane, dok se gornja maltariše i liči ili se na nju postavlja keramika ili plastika.

Armaturski pogon radi na 4 tehnološke linije: 3 linije služe za pripremu, a jedna za montažu — sastavljanje armature. Na 1. liniji se proizvode sastavni dijelovi (ove radove ranije je izvodio kvalificirani radnik, a sada rade mašine koje poslužuju obični radnici). Na 2. liniji se zavaruje (ima 14 mjesta). Na 3. liniji postoje mašine za siječenje čelika od 3—10 mm, i za formiranje mreža. Na 4. liniji se sastavljaju pojedini dijelovi, koji idu u kalup. Osim ovoga postoje i specijalne mašine za široke mreže.

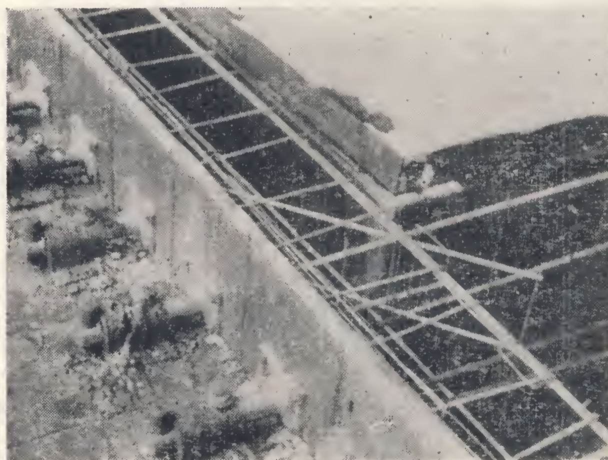
Možemo konstatirati, da su ovi pogoni zaista organizirani na zavidnoj visini. Rukovodioci fabrike izjavlzuju, da su stanari zadovoljni s tlocrtnim rješenjima, ali ne i sa zvučnom izolacijom. Zbog toga se radi na izmjeni tipa objekata i sastava elemenata. Zidni elementi su težine cca 1,5 t, dok su međuspratni težine 4,5 t. Debljina elemenata je 13 cm kod unutarnjih, dok su vanjski debljine 24 cm. Kod tankih pregradnih elemenata upotrebljava se šljunak granulacije 0—10 mm, beton je u žitkom stanju, a upotrebljava se 600 kg cementa na 1 m^3 betona. Beton u baterijama vibrira se pomoću igličastih vibratora. Ovo je moguće zbog žitke konzistencije betona.

U odnosu na instalacije karakteristično je za ovaj sistem to, što se elektroinstalacije ugrađuju u stropne elemente usporedo s postavljanjem armature. Na mjestu gdje treba instalacija, postavlja se prsten kroz koji vodi kabel. Ovaj otvor se zatvara nakon montaže rasvjetnog mjesta. U vertikalnim elementima se instalacije vode kroz utore koji se prethodno ostave u elementima (prigodom izrade).

Transportna sredstva su tipizirana za sve pogone. Svako transportno sredstvo ima dvije prikolice. Prikolice su opremljene tako, da se panoi prevoze u lagano nagnutom stanju, a montiraju se direktno na objekat.

Stropne su ploče od 1 komada, površine se finalno obrađuje. Zidne površine se oblažu tapetama. Površine panoa su tako zaglađene da tapete nakon polaganja vrlo lijepo prianjaju. Podovi su od parketa, koji se polažu direktno ili na podlogu mineralne vune. Stubišni krakovi su finalno obrađeni, a na njih se ponegdje postavlja plastika. Stubišni prostor je oličen.

Posjetili smo kombinat DSK-3, sistem Kozlov. Odmah treba napomenuti, da je ovaj sistem u probnom pogonu. Karakteristika sistema je proizvodnja betonskih elemenata na pokretnoj beskonačnoj traci. Traka je u obliku gusjenice s uskim poprečnim lamelama, koje se prilagođavaju okretanju traka oko horizontalne osovine. Na traku se polažu čelični kalupi u koje se postavlja prethodno pripremljena armatura. U kalup se također postavljaju čelične plosne zatege, koje služe pri montaži za sastavljanje elemenata u jednu konstruktivnu cjelinu.



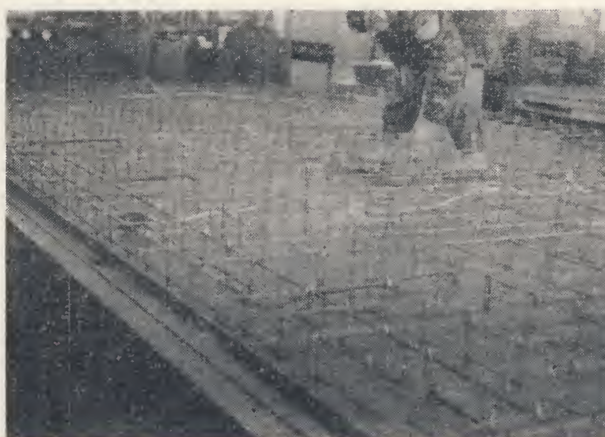
Sl. 13: Pogled na kalup i vibratore jednog panoa



Sl. 14: Pogled na lamele pokretne trake



Sl. 15: Montažni stubišni krakovi



Sl. 16: Pripremanje mreže za stropni pano

Proizvodnja na traci je vrlo prikladna za izradu svih tipova elemenata, osim onih s malim dimenzijama tj. nenosivih pregrada. Iznad trake nalazi se finišer za doziranje betona u postavljene kalupe. Nakon što kalup prođe ispod finišera, površina betona se zaglađuje, a pano s kalupom odvozi u komore za zaparivanje. Komore za zaparivanje su obložene brušenim tablama ispod kojih putuje traka sa paoima. Iznad panoa putuje gumena traka koja spriječava pari da ima direktan udarac na beton. Dakle, pano se zagrijava parom s jedne strane preko gumene trake, a s druge preko kalupa tj. pokretne trake. Kada pano izađe iz komore za zaparivanje, prelazi na jedan posebni dio, koji je nešto duži od samog panoa. Ovaj dio se može okretati oko horizontalne osovine na jednu stranu tako, da ga tvornički kran može prihvatiti i odvesti na depo u hali gdje se panoi finalno dotjeruju, ukoliko je to potrebno.

Armatura se priprema u posebnom pogonu, u u istoj hali, tako da je blizu kalupa. Profili su specijalno obrađeni s narezima u obliku navoja. Zbog toga kuke nisu potrebne. I kod ovog sistema postavlja se instalacija u pano.

Posebnu vrstu panoa čine panoi od gips-betona koji se proizvode također na pokretnoj traci, posebno uređenoj za tu svrhu. Ovi panoi proizvode se od gipsa, pijeska i vode, a ukrućeni su drvenim roštiljem. Debljine su 5 cm, a veličine prema potrebi. Nakon što su izrađeni, odvoze se u komore za sušenje. Iz ovih komora se odvoze na deponij. Proizvodnja vantipskih panoa: stubišni, podestni, instalacioni, ventilacioni i ostali, je na sporednim pistama i pogonima u okviru glavne proizvodne hale.

Stubišni krakovi se izvode finalno obrađeni, na koje ne treba polagati nastupne ploče.

Ventilacioni elementi se izrađuju sa svim potrebnim otvorima koji se dobivaju na taj način što se u kalupe postavljaju cijevi određenih profila. Isti je slučaj s instalacionim panoima.

Do sada je po ovom sistemu montiran samo 1 objekat sa 12 etaža. U arhitektonskom pogledu ovaj objekat odskače od svih objekata ostalih sistema. Montira se pomoću visokih dizalica koje se pričvršćuju na svakoj drugoj etaži uz objekat. Težina elemenata kreće se od 1—3 t. Kako je već spomenuto, sistem spajanja je vrlo jednostavan, pomoću ugrađenih plosnih sidara i dodatnih klinova koji se postavljaju prigodom montaže. Montaža je, dakle, potpuno suha. Finalna obrada zidova i stropova vrlo je kvalitetna.

Oprema stana je ovdje nešto bolja nego što je u drugim sistemima. Izgleda da će ovaj sistem potisnuti sve prethodne.

Iz inozemnih časopisa

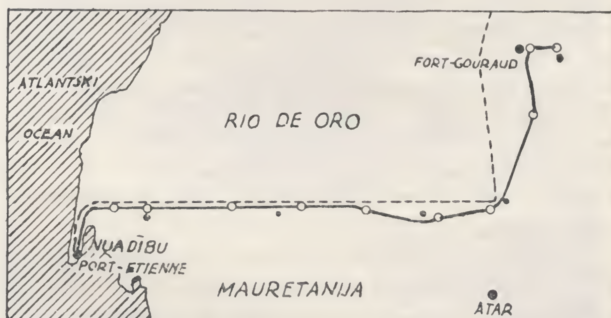
ŽELJEZNICA KROZ PUSTINJU DUGA 675 KM

(Die Bundesbahn, Darmstadt, juni 1965)

Za transport željezne rudače, koja se dobiva u otvorenom kopu, u blizin nekadašnjei francuske tvrđave Fort-Gouraud (Mauretanija) do luke Port-Etienne (Nuadibu) na Atlantiku, sagradilo je dioničko društvo za eksploataciju radnika u god. 1960—1963. željezničku prugu normalne širine, dugu 675 km. Trasa prolazi kroz gotovo nenaseljeni kraj, a izbjegava područje španjolske kolonije Rio de Oro (slika).

Pri izgradnji pruge nije bilo naročitih teškoća usprkos tome što pruga prolazi kroz 70 km pješčanih dina. Teren je uglavnom brežuljkast; najveći uspon pruge prema moru iznosi 5‰, a prema rudnicima 10‰ Na cijeloj trasi ima samo 1 tunel (dužine 1890 m). Gornji stroj je od tračnica težine 54 kg/m, zavarenih, na željezničkim pragovima. Dozvoljeni osovinski pritisak iznosi 25 t. Na pruzi je izgrađeno 8 ugibališta.

S obzirom na pustinjski karakter pruge, na čitavoj dužini nema stalno nastanjenog osoblja. Nema ni mehaničkih uređaja za postavljanje skretnica na ugibalištima, već skretnice postavlja osoblje praznih vlakova. Prometom upravlja putem radija jedan jedini službenik.



Situacija pruge (puna linija predstavlja prugu, isprekidana granicu, prazni kružići ugibališta a puni naselja.

Kompozicija vlaka se u pravilu sastoji od tri dizel lokomotive po 2800 KS (svega 8400 KS), 135 vagona natovarenih rudačom i službenih kola sa spavaćim mjestima za jednu od dvije ekipe voznog osoblja (dok jedna ekipa radi, druga se odmara). Na lokomotivi i službenim kolima ugrađeni su zračni filter, izolacija i klimatizacija. S vlakom putuje i pješčani plug.

U blizini rudnika izgrađene su 2 utovarne stanice, koje u roku 3 sata utovare jedan vlak sa 10000 t rudače. Kapacitet istovara u lici Nuadiba je 4000 t na sat. Tamo je izgrađen kej za pristajanje brodova do nosivosti 65000 BRT. Prugom prolaze dnevno dva vlaka u jednom i dva u drugom pravcu.

Ukupan trošak građenja pruge i nabavke voznog parka i stanova na krajnjim stanicama za službeno osoblje iznosio je oko 175 miliona dolara.

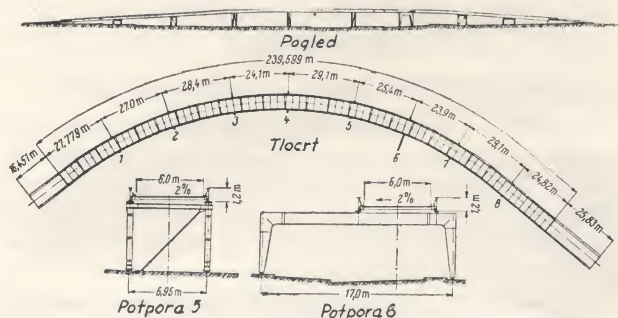
B. P.

ČELIČNI MOST KOJI SE MOŽE RAZMONTIRATI I PRENESTI

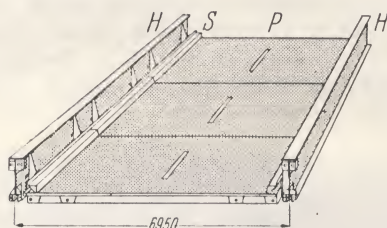
(Der Bauingenieur, Berlin, juni 1965)

U gradu Essen (Ruhr) izgrađen je nadvožnjak od čeličnih montažnih dijelova s namjerom da privremeno preuzme saobraćaj na vrlo frekventiranom raskršću (55000 osobnih kola i 528 autobusa dnevno), da bi se na tom mjestu omogućilo nesmetano građenje podzemne željeznice i tunela kroz koji će prolaziti rurki autoput. Izgradnja ta dva velika objekta trajat će nekoliko godina. Kad se njihovo građenje dovrši, privremeni nadvožnjak bit će demontiran i njegovi dijelovi ponovo korišteni na drugom mjestu.

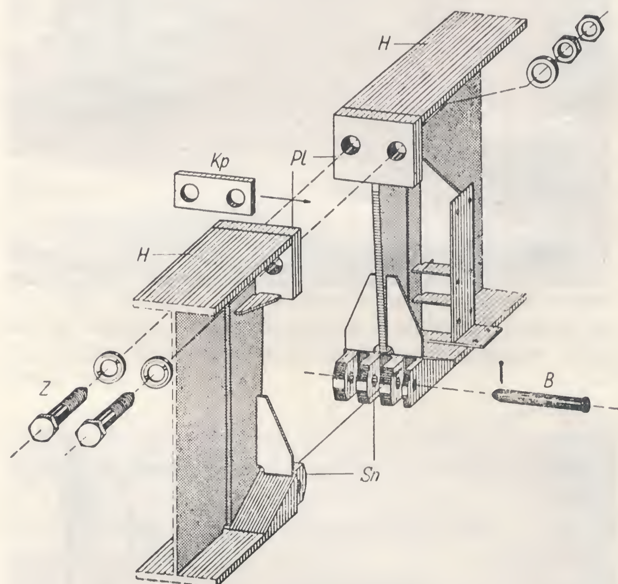
Provizorij je dug 240 m; na njega su pri projektiranju bili postavljeni ovi zahtjevi: da polumjer zakrivljenosti u tlocrtu bude što manji, da se može sagraditi i odstraniti u što kraćem roku bez prekida javnog saobraćaja, da se visina potpora koje nose provizorij može regulirati(s obzirom na mogućnost slijeganja tla u tom rudarskom kraju), a tlocrtni položaj potpornih stupova da se može prilagoditi potrebama glavnih radova (sl. 1).



Sl. 1: *Privremeni most u Essenu*



Sl. 2: *Jedno polje mosne konstrukcije*



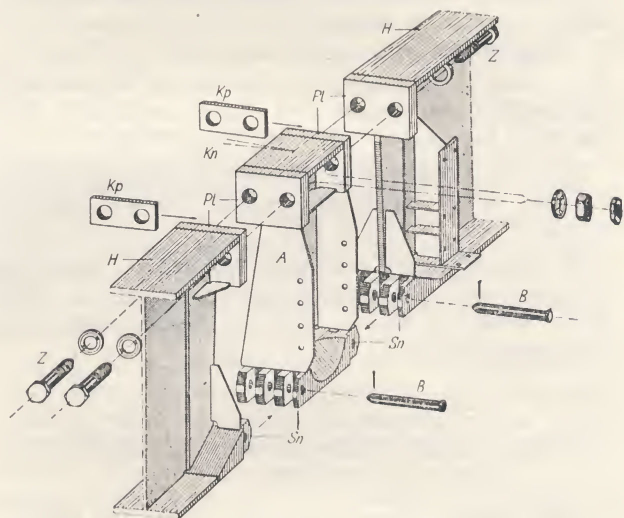
Sl. 3: *Spoj glavnih nosača mosta u pravcu*

Izveden je radijus 150 m, maksimalan uspon 7%, poprečan pad kolovozne ploče 2%, korisna širina nadvožnjaka 6 m (dvije saobraćajne trake po 3 m). Most se sastoji od montažnih polja dužine 9,15 (sl. 2). Jedno polje se sastoji od: H ... dva glavna nosača I presjeka dužine 9,15 m, visine 1,2 m, težine 2,77 t; O ... tri kolovozne ploče dužine 6,5 m, širine 3,04 m, visine 27 cm; S ... šest čeličnih rubnika dužine 3,04 m. Ploče P i rubnici S povezani su glavnim nosačima pomoću vijaka.

Na dijelu mosta koji leži u pravcu, nastavljanje glavnih nosača dvaju susjednih polja obavlja se na način prikazan na sl. 3. Donji pojas je spojen šarnirom Su, svornjakom B. Gornji pojas je spojen pomoću ploča Pl, zavarenih na glavne nosače, i vijaka Z. Pomoću umetaka Kp (koji može biti razne debljine) regulira se visinski 10 m trase mosta.

U zakrivljenoj trasi mosta pojedine se sekcije glavnih nosača spajaju između sebe pomoću uložaka A i I. Uložak A je širi (on je smješten na konveksnoj strani trase), a uložak I je uži (smješten je na konkavnoj strani). Tako most dobija oblik poligona čije stranice sačinjavaju polja (sekcije) mosta dužine 9,15 m. Uložak A je vidljiv na sl. 4 (sa Kn je označen ugao tlocrtnog loma trase). Širine uložaka A i I mogu biti razne, tako da se može postići željeni lom trase.

Glavni nosači su na čitavoj dužini mosta čvrsto spojeni vijcima i svornjacima na prikazani način, tako da čitav most čini jednu cjelinu. Dilatacije dolaze u obzir tek kod mostova preko 300 m dugih.



Sl. 4: *Spoj glavnih nosača mosta u zavoju*



Sl. 5: *Pogled na dovršeni most odozdo (vide se obadva tipa potpora i ulošci)*

Potpore na kojima leže uzdužni nosači su dva različita tipa (sl. 5):

— stupovi od čeličnih cijevi postavljenih u osi glavnih nosača koje su pri vrhu povezane pomoću horizontalne prečke; svaki stup se sastoji od nekoliko cijevi s urezanim navojima, tako da se može regulirati dužina stupa odnosno visinski položaj mosta; stup je na donjem kraju oblikovan tako da se opterećenje na temelj prenosi centrično, zglobno, ali se istovremeno stup pomoću na njega navarene horizontalne flanše može zakotviti u temelj (što je potrebno pri montaži, i da se spriječi nadizanje); centrifugalne sile od vozila na mostu preuzima dijagonala naprezana na vlak;

— čelični okviri sa zglobovima u temelju; osi glavnih nosača i vertikalnih štapova okvira se ne poklapaju, primijenjeni su tamo gdje su potrebe glavnih radova zahtjevale slobodan prostor širi od 6 m.

Na kolovozne ploče nanijet je 3 mm debeli sloj od umjetnih smola, koji sačinjava pravi kolnik. Dosadašnja iskustva na mostu su dobra: sloj čvrsto prianja na svoju čeličnu podlogu, nije zapaljiv, ne topi se u benzolu i dovoljno je hrapav.

Montaža čeličnih potpora mogla se izvoditi bez većih smetnji za saobraćaj. Montaža mosne konstrukcije započela je jedne subote u 14 sati, a dovršena je drugog dana popodne.

Provizorni most je u upotrebi od novembra 1964. Do sada se na njemu nisu pojavili nikakvi veći nedostaci.

Poslije dovršenja podzemne željeznice i tunela za autoput, most će se demontirati i prenijeti na jedno drugo mjesto u Essenu, gdje će također služiti kao privremeni objekt.

B. P.

JEDNIM MINIRANJEM 750000 m³ LOMLJENOG KAMENA

(Engineering News-Record, New York, juni 1965)

Gradeći branu Homestake u državi Colorado (SAD) izvođač Morrison-Knudsen dobio je jednim miniranjem više od 750000 m³ lomljenog kamena. Brana će služiti za vodoopskrbne svrhe.

Izvođač je izbušio pravo i stijenu horizontalan rov dužine 430 m, promjera 1,2 m i napunio ga sa 320000 kg amonijevog nitrata i dinamita. S daljnjih 3000 kg istog eksploziva nabijena je 91 kosa bušotina u strminu granitne stijene dubine 15 do 20 m, promjera 22 cm.

Amonijakov nitrat je normalno neosjetljiva sastojina, kojoj je potrebno prisustvo ugljika za kemijsko djelovanje koje dovodi do eksplozije. Izvođač ga je miješao loživim uljem. Finamit je služio za izazivanje eksplozije.

Eksplozijom je dobijeno preko 750000 m³ lomljenog kamena, što je više nego se predviđalo (550000 m³). Veći dio materijala je bio dimenzija pogodnih za neposrednu ugradnju u branu. Tako je izvođač jednom eksplozijom dobio 1/3 potrebnog kamena za branu.

B. P.

MOSKOVSKA PODZEMNA ŽELJEZNICA SE ŠIRI I MODERNIZIRA

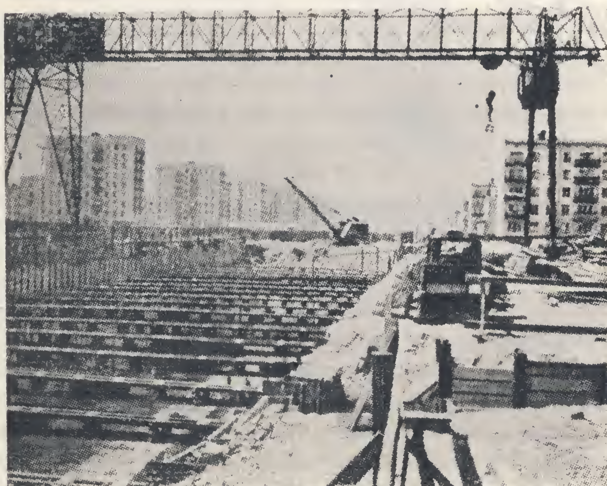
(Engineering New-Record, New York, juni 1965)

Moskovska podzemna željeznica je bila poznata u svijetu po luksuznoj opremljenosti stanica. Sada se teži za jednostavnošću, a istovremeno se nastoji postići rekordne brzine vozila, što za sobom povlači automatizaciju. Svijetle visine stanica su manje; tuneli se grade na manjim dubinama, dakle jeftiniji su.

»Metrostroj« koji je zadužen izgradnjom, konstruirao je mehaničku krticu, koja u jednoj smjeni od 6 sati izdube 6,7 m tunela, promjera 5,5 m. Krtica ima 6 rezačih glava na čelu štita, koji se potiskuje naprijed pomoću 14 dizalica. Iskopani materijal prenosi se transportnim trakama do kolica za odvoz. Od osobite je važnosti što je stroj omogućio da se dubine tunela od preko 60 m smanje na oko 12 m. Ranije se išlo na velike dubine da bi se izbjegli pijesak, mulj i pod-



Sl. 1: Prefabricirani betonski elementi čekaju da ih ugradi mehanički stroj za bušenje tunela



Sl. 2: Izrada sekcije podzemne željeznice u otvorenom iskopu

zemne vode. Sada krtica prodire kroz loše tlo postavljajući za sobom prefabricirane betonske elemente (sl. 1).

U 1935. god. iskop 1 m tunela trajao je 720 radnih sati. Do 1956. smanjen je broj sati na 265, a do sada na 110 sati.

Jedan dio nove pruge gradi se u otvorenom iskopu (sl. 2). U projektu je da se podzemna željeznica poveže s aerodromom, nadzemnom jednotračnom prugom.

Od 1959. dužina podzemne željeznice je porasla za 32 km, na ukupno 108 km. Sada je u građenju 19 km pruge. Međutim, u novije vrijeme se glavni naglasak stavlja na automatizaciju. Već dvije godine obavljaju se pokusi s automatskim upravljanjem vlakova u redovnoj službi na liniji dužine 9 km. Računalo na svakom vlaku prima signale od odašiljačkih stanica postavljenih na uzajamnu udaljenost oko 550 m i regulira brzinu, da bi se održalo odgovarajuće odstojanje od vlaka ispred njega. Vlak se može automatski putem zaustaviti na željenoj tački stanice, s tačnošću od 40 cm.

Sistem je još u fazi ispitivanja i za sada ga se još ne kani uvesti na ostalim linijama. Cilj je, međutim, da se sistem usavrši tako da se vlakovi mogu sa sigurnošću kretati uz vremenski razmak dvaju uzastopnih vlakova od 70 sekundi. Smatra se, da je sadašnja norma od 90 sekundi, uz održavanje sadašnjih brzina vožnje, maksimum onog što se može zahtijevati od nervnog sistema vozača.

Dnevni promet putnika na podzemnoj željeznici iznosi 3,5 miliona putnika. Vozarina se ubire automatski na prolazima bez vrata, koje čuvaju fotoelektrične ćelije.

B. P.

MJERENJA U KANALU LA MANCHE NAPREDUJE

(Engineering Eews-Record, New York, juni 1965)

Studijska grupa za gradnju tunela u kanalu La Manche, saopćava »ohrabrujuće« rezultate seizmičkog premjera kanala. Istovremeno i bušenje uzoraka tla napreduje bolje nakon izmjene mehanizacije (Vidi Građevinar broj 7/65).

Završava se analiza podataka o seizmičkom mjerenju koje je dovršeno. U svom posljednjem izvještaju studijska grupa kaže, da rezultati tog mjerenja pokazuju da su donji kredni slojevi kroz koje bi trebao da prolazi bušeni tunel neisprekidani na čitavoj dužini predviđene trase.

Što se tiče bušenja uzoraka, radovi su u zaostatku; izvođači su do sada dovršili 24 rupe od predviđenih 60 do 80. Rupe se buše kroz vode kanala duboke do 60 m, u morskom dnu na dubini od oko 90 m. Izvođači su isprva koristili rashodovane brodove i strojeve za bušenje montirane sa strane brodova, ali su se dva broda pokazala neuporabivim, i čitav posao je sporo napredovao. Zato je izvođač, da bi radove dovršio prije zime 1965/66, dopremio dvije bušače platforme s novim tipom brodova.

I dalje su neizvjesni izvori za financiranje izgradnje tunela (troškovi se cijene na 450 miliona dolara) a i sama definitivna odluka o građenju.

B. P.

REZERVOAR TAUM SAUK PROCURIVA I DALJE

(Engineering News-Record, New York, juni 1965)

Električna kompanija St. Louis, vlasnik najvećeg američkog postrojenja za korišćenje energije, prepumpavanjem Taum Sauk, jačine 350 MW, snizila je procurivanje akumulacije, čija sadržina iznosi 5,6 miliona m^3, na 50000 m^3 vode dnevno. Za prošlih 18 mjeseci procurivalo je i do 100000 m^3 na dan.

Prema nekim nesluženim podacima do sada je utrošeno više od milion dolara na pokušaje da se akumulacija zabrtvi.

Na vanjskoj površini procurivanja su vidljiva. Na nekim mjestima su neznatna, na drugima su to čitavi potočići. U stvari, to što procurivanje može vidjeti svaki prolaznik, ljuti investitora gotovo isto toliko kao i sam gubitak vode.

Na unutrašnjoj površini, međutim, ne mogu se otkriti uzroci procurivanja, iako je investitor obavio ispitivanja kod ispražnjenog rezervoara (na suhom) i kod punog.

Rezervoar Taum Sauk je izgrađen tako, da je miniranjem odstranjena glava jednog brda od riolita, visine 270 m, i oko tako dobijenog platoa izgrađen nasip od nasutog lomljenog kamena visok oko 24 m. Širina nasipa u kruni je 3,60 m, bokovi imaju priklon 1:1,3 na vanjskoj i unutrašnjoj strani. Nasipi su iznutra obloženi 25 cm debelim betonskim pločama, armiranim unakrsnom armaturom, na udaljenost 30 cm. Ploče su betonirane u 18 m širokim pojasevima, koji na spojevima imaju dilataciju od bakrenog lima. Dno rezervoara (riolitna pećina) prekriveno je asfaltnim betonem debljine 10 cm, nanijetim u dva sloja. Ispod tog poda nije izvedena drenaža.

Kod prvog pregleda neposredno poslije puštanja rezervoara u pogon u 1963, otkriveni su ovi nedostaci: asfaltni pod je bio popucan na nekoliko mjesta (vjerojatno uslijed pornog tlaka kod naglog pražnjenja); bakrene dilatacije su procurivale na nekoliko mjesta. Nađeni nedostaci u podu su odstranjeni, dilatacije su zapunjene brtvilom, ali rezervoar je procurivao i dalje.

Kasnije, još 4—5 puta, rezervoar je pražnjen i popravljan, ali bez uspjeha. Najzad je rekonstruiran dio rezervoara na ulazu u odvodni vertikalni rov, promjera 8 m, visine 135 m, gdje su se pojavila oštećenja usli-



Akumulacija koja usprkos krajnjim zalaganjem inženjera procuriva i dalje

jed neadekvatne izvedbe. Nadalje je injektirana cementom rastresne pećine ispod dna rezervoara, rupama promjera 8 cm, dubine 6 m, jer investitor vjeruje da do procurivanja dolazi i tim putem.

Investitor očekuje da će se vremenom pukotine zatvoriti zamuljivanjem i smatra da objektu ne prijeti opasnost, dok procurivanja od 50000 m^3 vode na dan naziva beznačajnim u odnosu na sadržinu rezervoara od 5,6 mil. m^3. Priznaje međutim, da ga ponovno pumpanje izgubljene vode stoji 25000 dolara godišnje.

B. P.

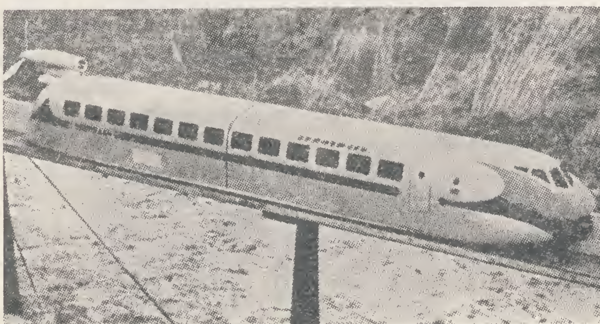
FRANCUSKA GRADI JEDNOTRAČNU PRUGU SA ZRAČNIM JASTUKOM

(Engineering New-Record, New York, juni 1965)

Francuska vlada će izgraditi pokusnu jednotračnu prugu dužine 6 do 8 km, da bi se ispitalo kretanja vozila na zračnom jastuku brzinom do 400 km na sat. Program, koji će stajati 600000 dolara, treba da posluži razvitku brzog lokalnog i međunarodnog saobraćaja. Vozila će se kretati na obrnutom T presjeku od armiranog betona. Horizontalni krak presjeka će biti širine 3,5 m, vertikalni krak će imati visinu 1,5 m. Tračnice će se moći podići iznad terena na stupove od armiranog betona.

Mlaz zraka će držati vozila iznad donjeg kraka tračnica. Kao vodilice će služiti horizontalni točkovi okrenuti prema vertikalnom kraku. Ako snaga zapne, vozilo će sjesti na pomoćne vertikalne točkove.

Vozilo prototipa će se kretati pomoću elise montirane na zadnjem dijelu vozila (slika). Elisa će se moći koristiti i za kočenje. Ispituju se i drugi sistemi pogona (mlazni, turboreaktivni).



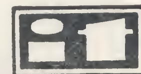
Fotografija modela

Projektant, Société Bertin, još nije utvrdio tačne dimenzije pruge i vozila. Vozila će biti od laganog materijala, slične konstrukcije kao avionski trup.

Problem skretnica ostaje za sada i dalje otvoren.

B. P.

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



IV SAVJETOVANJE ZA HIDRAULIČKA ISTRAŽIVANJA

Savjetovanje će se održat od 12. do 14. rujna 1966. godine u Sarajevu. Za savjetovanje su određene ove teme:

1. Nestacionarna strujanja
2. Otvoreni tokovi
3. Problemi erozije i taloženja
4. Utjecaj strujanja na hidrotehničke objekte
5. Primjena elektronike u hidraulici.

Naslovi referata i kratak sadržaj do 100 riječi treba poslati do 1. veljače 1966. godine.

Referati se dostavljaju do 1. svibnja 1966. godine, i štampat će se prije Savjetovanja.

Referati koji će biti poslani poslije 1 V 1966. godine moći će se prikazati na Savjetovanju, ali neće biti štampani.

Dopise i referate treba slati na adresu: Zavod za hidrotehniku, Sarajevo, Stjepana Tomića 1. (IV Savjetovanje za hidraulička istraživanja).

Detaljnije informacije o Savjetovanju mogu se dobiti pismeno na navedenoj adresi, ili telefonom od Hidrotehničkog laboratorija, Zavoda za hidrotehniku, Građevinskog fakulteta u Zagrebu, tel. 32-340.

J. G.

»VULKAN« GRADJEVINSKE DIZALICE

KONZOLNA DIZALICA EDKD–0,3/0,5

Univerzalni tip dizalice nosivosti 300 i 500 kg

Jednostavna i solidna izvedba. Vrlo prikladno sredstvo za transport i dizanje

Dizalica se sastoji iz dva osnovna elementa:

— Okretna konzola nosivosti 500 kg OKB-0,5
— Elektro teretno vitlo vučne sile 300 kg ETB-0,3

Postavljanje dizalice je lako i brzo. Montira se na drveni, željezni ili armirano-betonski stup promjera 200 mm sa obujmicama koje omogućuju zaokretanje konzole za 200°

Na posebni zahtjev isporučujemo i konzole sa specijalnim obujmicama za pričvršćenje na četvrtaste stupove i na zidove

Dizalica se isporučuje sa kukom za dizanje tereta do 300 kg i sa koloturnikom i kukom za teret do 500 kg. U slučaju rada sa koloturnikom i kukom, brzina dizanja se smanjuje na polovinu, što omogućava dizanje većeg tereta

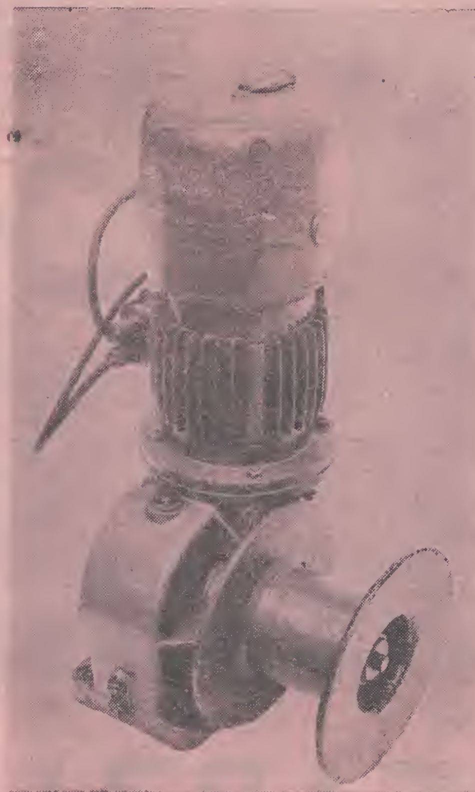
Stalak za elektroteretno vitlo je poseban dio koji omogućava pričvršćenje vitla na okrugli stup promjera 240 mm

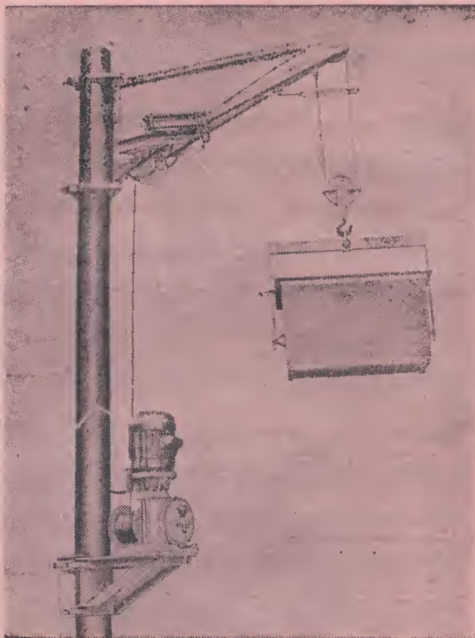
Isporučujemo i posebne stalke koji omogućavaju postvaljanje vitla pri zemlji, na taj način se izbjegava prenašanje vitla zajedno sa konzolom na vrh objekta.

Na konzolu je postavljena krajnja sklopka koja automatski isključuje pogon kada kuka dođe u gornji položaj, na taj način izbjegava se mogućnost oštećenja dizalice i postizava sigurnost u radu

Karakteristike

Nosivost pomoću koloturnika sa kukom	500 kg
Brzina dizanja (srednja)	16 m/min
Nosivost pomoću utega sa kukom	300 kg
Brzina dizanja (srednja)	32 m/min
Visina dizanja	20 m





ELEKTRO TERETNO VITLO ETB-0,3

Kao poseban i nezavisan element može se upotrebiti sa konzolom ili bez nje za vučenje tereta, izvlačenje tereta na kosinama, otvaranje teških vrata i zasuna, za jednostavne teretne liftove itd.

Vitlo je potpuno zatvorene konstrukcije, te je sposobno za rad na otvorenom prostoru

Upravljanje vitlom obavlja se preko dvosmjernog prekidača

Karakteristike

Vučna sila	300 kg
Brzina namatanja užeta (srednja)	32 m/min
Broj okretaja bubnja	57 o/min

Elektro motor »Elektrokovina« — Maribor, tip T 112 SA NŽI, snage 2,2 kW, 1430 o/min, 380 V, 50 Hz, sa ugrađenom elektromagnetskom kočnicom, tip H82B

VULKAN

TVORNICA DIZALICA I LJEVAONICA – RIJEKA

RIJEKA, POLIĆ-KAMOVA 103 – TELEFON 41-455 – TELEX 24206 YU

surađujte u

GRAĐEVINARU!

čitajte

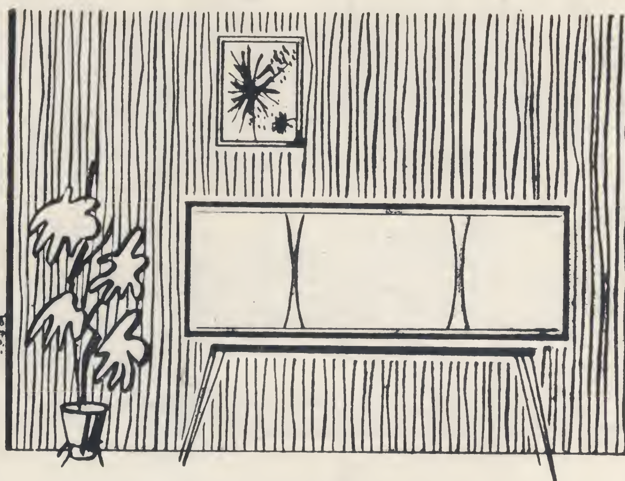
GRAĐEVINAR!

oglašujte u

GRAĐEVINARU!









vrlo udobni...
...trajni
praktični podni prekrivači

TUFTING tepisi iako relativno nov građevinski materijal za prekrivanje podnih površina pokazali su izvanrednu otpornost na habanje. Hodu daju elastičnost i sigurnost. Ugodnim bojama oplemenjuju prostor, raznolikošću uklapaju se u prostor stilskog i modernog namještaja.

Pristupačna cijena u odnosu na druge vrste podova — daljnja je prednost TUFTING tepiha Otočanke Zadar.